ISSN 1344-7572

研究報告集録 第128－05

農業・工業の実習における 安全教育の手引

平成25年3月

大阪府教育センター

「農業・工業の実習における安全教育の手引」もくじ

第１編　共通編

第１章　序

第２章　安全な実習

第２編　分野別実習編

第１部　農業

第１章　共通

第３節　農業機械

第４節　農業薬剤

第２章　栽培分野

第３章　食品分野

第４節　肉加工

第５節　乳加工

第６節　分析

第４章　畜産分野

第３節　養豚

第４節　家禽

第５節　展示動物

第２部　工業

第１章　機械分野

第１節　機械工作

第２節　内燃機関と自動車

第２章　電気・電子・情報分野

第１節　電気一般

第２節　電子工作

第３節　電気工事

第４節　情報

第５節　電気機器

第３章　工業化学分野

第１節　化学薬品

第２節　ガラス器具の取扱い

第４章　建設分野

第５章　デザイン・印刷・繊維機械分野

第１編　　共通編

第１章　　序

１　安全に関する基本的事項

(1) 安全な実習の意義

高等学校の職業に関する各教科・科目では、将来の地域社会を担う有為な職業人として活躍する生徒を育成するために、必要な専門知識及び技術・技能を体得させるよう、実習を伴う科目に多くの時間を配当している。これは、専門科目の中でも実習を伴う科目がいかに大切であるかを示すものであり、どのように実習を行うかが、技術教育の成果を左右する鍵となる。

実習は、技術・技能などの教育の面だけでなく、安全教育の面においても大きな意義をもっている。一つ間違えば死亡に至る災害が起こる可能性があることを考えると、学校での実習における安全教育の充実を図ることは、極めて意義のあることである。

安全な実習についての態度及び習慣を培い、生涯を通して安全でいられるための知識を習得することができれば、それは、学校生活を安全なものにするだけでなく、将来の職業生活における労働安全にも大いに役立つことになる。

(2) 実習における安全教育の必要性

科学技術の進歩により、機械、装置等も安全対策が強化されているが、それでも 100%安全というものはない。10,000 回安全であっても、たった１度の事故によって取り返しのつかない結果になる場合があることを考えれば、無関心でいられないはずである。どの生徒も事故が起きないよう安全に作業を行うことを願っており、これを掘り起こし、育てるのが安全教育のあるべき姿であるとともに、安全教育のスタートでもある。また、生産に用いられる装置、エネルギーは、今や１人の人間の制御能力をはるかに超えており、取り扱う材料も、種々の危険物及び毒劇物が広く利用されている。したがって、事故が発生した場合は、非常に大きな災害を引き起こすおそれがある。

学校における実習では、生徒が機械、装置、工具類の取扱いが未熟であり、その上、多数の生徒が同時に作業するため､実習中に事故及び災害が発生する可能性は決して少なくない。

したがって、指導する教員は、生徒の安全を守るための安全教育を技術教育の基礎・基本として積極的に推進する必要がある。

なお、技術教育における安全教育は、

①　自分の身を守る
②　他人の身を守る
③　施設・設備を守る
④　高度な技術に対応する
⑤　高度な技術を開発する

ためにも必要である。さらに、実習においては安全な実習を体験的に把握させ、関連科目も含め、総合的かつ系統的に指導しなければならない。

(3) 安全管理の基本

ア　事故・災害

事故とは、当面する事象の正常な進行を阻止または阻害することにより人に傷害の危険を生じさせるような出来事であり、災害とは、事故の結果として、物と人の接触現象が起こることにより、人が障害を受けるでき事である。さらに、災害は自然災害(天災)と人為災害(人災)にわけることができる。実習等における災害は、人為災害がほとんどであり、原則的には未然に防止できるものである。その未然防止のための措置、活動を行うのが安全管理の目的である。

イ　労働災害が起因する理由

労働災害がどうして発生するのか、その原因を探ると、背景には次の順序があるといわれている。

①　社会的要素
②　物的要素(不安全状態)
③　人的要素(不安全動作)
④　事故発生
⑤　労働災害

⑤の労働災害は、④の事故発生の結果であり、④の事故発生は、②の物的要素、③の人的要素に基づいて起こる。この流れを把握し、教育の場を安全な状態に維持・管理することが大切である。安全教育を通して、けが・事故を経験しなくても、何が危険であるかを見抜く「観察力」とそれを取り除く「実行力」、さらには、技術的に高度化していくことにより見えない危険を察知できる「洞察力」が育成できる。

2　緊急時の対処と予防

(1) 災害発生に備える対策

実習では、機械、装置、薬品等を取扱っており、事故及び災害を防止するためには、事前に周到な準備を十分行う必要がある。

災害には、物的要素と人的要素の場合があるが、いずれも予期しないときに発生することが多い。実習の安全を図るためには、常に実習場の不安全状態、生徒の不安全行動を排除することに不断の努力を続けなければならない。また、災害発生に対処するための対策を常に立てておくようにする。

不幸にも生徒が災害を受けた場合は、直ちに教員に届け出るように指導しておかなければならない。また、実習場には、救急用品を常備し、定期的に救急用品の点検・整備を行う。特に、薬剤、ガスによる中毒の場合には、直ちに医師に連絡して指示を待つべきであるが、特殊な薬品中毒の場合には､医師に見せるまでの応急処置について､あらかじめ専門の医師、校医の指導を受け、処置方法について把握しておくことが大切である。

また、火災、地震、津波については、実習における安全上の問題より、学校全体の問題として、その対策を検討しなければならない。平成23年３月11日に発生した東北地方太平洋沖地震での教訓を活かし、学校安全計画において、当該学校の施設及び設備の安全点検、校内体制の整備、防災マニュアルの作成、教員研修などを充実させることが大切である。

⑵ 事故・災害発生時の具体的処置

ア　消防用設備等に関する法規

実習場においては、溶剤、薬品、油に加え、火気、大電力を使用することが多いため、火災が発生する危険性が高い。火災は、その発生を防止することが最も重要であるが、万一、火災が発生した場合に備えて、その被害を最小限度にとどめるため、初期消火、119番通報、校内連絡、避難誘導などについて万全の対策を講じる必要がある。

火災発生時には、速やかに火災の発生を知らせ、早期に消火し、安全に避難でき、さらに火災が拡大した場合には、消防隊が有効に消火できれば、火災による被害を軽減することができる。しかし、これらの行動をすべての人が行うには限界があるため、「消防法」第17条で一定の基準に基づいて消防用設備等を設置し、それらを維持管理することを義務付けている。これらの消防用設備等の設置に係わる工事及び整備については、消防設備士が行わなければならないとされている。消防用設備等とは、「消防法施行令」第７条に規定する「消防の用に供する設備」、「消防用水」及び「消火活動上必要な施設」の総称であり、「消防の用に供する設備」とは、大きく分けて消火設備、警報設備及び避難設備である。なお、これらの設備の設置基準については、「消防法施行令」で規定されている。

イ　消火設備

火災を延焼拡大させないためには、初期消火が大切であり、出火後できる限り迅速かつ的確に消火する必要がある。このため、防火対象物の特性に応じて処置を義務付けたものが消火設備である。消火設備には多くのものがあるが、実習場において最も代表的なものは、消火器及び屋内消火栓である。

㋐ 消火器

消火器は、用意に持ち運ぶことができ、操作も簡単なことから、初期消火（炎が天井面に立ち上がるまでを目安としている）の消火設備として効力を発揮する。しかし、火災に適応する消火器を使用しないと、火災を延焼拡大することがあるので注意する。

㋑ 屋内消火栓

屋内消火栓は、１号消火栓、易操作性１号消火栓及び２号消火栓の３種類がある。

火災発生時にポンプを起動させ、消火栓ボックスに収納された消火ホースを延長して使用する。消火器に比べ、放水量及び有効射程が大きいので、消火器で対応できなくなった段階の消火を目的として設置している消火設備である。使用時の方法を以下に示す。

a　１号消火栓（２人以上で操作）

消火栓ボックスの内部、または直上の場所に設置されている遠隔操作起動スイッチ（起動ボタン）を入れることで、消火ポンプが始動して加圧送水される。同時に消火ポンプが起動したことを示す赤色表示灯が点滅するので、消火栓の扉を開けて１人がホースを延長し出火元へ向かい、残る１人が消火栓ボックス内部の開閉バルブを開けば、筒先から放水ができる。

b　易操作性１号消火栓、２号消火栓（１人で操作可能）

消火栓ボックス内のバルブを開放することにより、消火ポンプが起動して加圧送水される。ホースを延長し出火元へ向かい、筒先を構えてホースのノズルコックを開放すれば、筒先から放水できる。

図１－１　１号消火栓　　　　　図１－２　２号消火栓

（画像提供　株式会社　立売堀製作所）

出火の際は、消火活動とともに、避難時期を考慮して生徒の避難誘導を適切に行うようにする。

なお、消火後は消火栓バルブを閉めるとともに、消火栓ポンプを停止させる。

ウ　日常点検(自主点検)のポイント

消火設備の定期点検は、消防設備士など有資格者が行うことになっているが、日常点検(自主点検)は、適正に使用できる状態に維持する目的で随時実施するため、資格を要しない。日常点検(自主点検)のポイントは、表１－１のとおりである。なお、スプリンクラー設備など一部の設備については省略した。

表１－１　消防用設備等の日常点検（自主点検）項目

設　　備	確　認　箇　所
消　火　器	・設置場所に置いてあるか。 ・薬剤の漏れ及び消火器の変形、損傷、腐食等がないか。 ・安全弁が外れ、封の脱落がないか。 ・ホースに変形、損傷、老化等がなく、内部に詰まりがないか。 ・圧力計が指示範囲内にあるか。
屋内消火栓	・使用上の障害となる物品はないか。 ・消火栓扉は確実に開閉できるか。 ・ホース、ノズルが接続され、変形、損傷等はないか。 ・表示灯は点灯しているか。
屋外消火栓	・使用上の障害となる物品はないか。 ・消火栓扉の表面には、「消火栓」または「ホース格納箱」と表示されているか。 ・ホース、ノズルに変形、損傷はないか。
自動火災報知設備	・表示灯は点灯しているか。 ・受信機のスイッチは、ベル停止となっていないか。 ・用途変更、間仕切り変更による未警戒部分がないか。 ・感知器の破損、変形、脱落はないか。
非常ベル	・表示灯は点灯しているか。 ・操作上障害となる物品が置いてないか。 ・押しボタンの保護板に破損、変形、損傷、脱落等がないか。
避難器具	・避難に際し、容易に接近できるか。 ・格納場所の付近に物品等が置かれ、避難器具の所在がわかりにくくなっていないか。 ・開口部付近に書棚、展示台等が置かれ、開口部をふさいでいないか。 ・降下する際に障害となる物がなく、必要な広さが確保されているか。 ・標識に変形、脱落、汚損がないか。
誘　導　灯	・誘導灯の周囲には、間仕切り、衝立、ロッカー等があって、視認障害となっていないか。 ・外箱及び表示面は、変形、損傷、脱落、汚損等がなく、かつ適正な取り付け状態であるか。 ・不点灯、ちらつき等がないか。
消防用水	・周囲に樹木等使用上の障害となる物がないか。 ・道路から吸管投入口または採水口までに消防自動車の進入路が確保されているか。 ・地下式の防火水槽、池等は、水量が著しく減少していないか。

第２章　　安全な実習

労働者の安全確保を目的とした法律に「労働安全衛生法」があり、同法に基づく「労働安全衛生規則」において、不安全な状態や行動を排除するために各種の規制をしている。教員が、生徒の実習時における安全を確保するためには少なくとも「労働安全衛生規則」を基準として、不安全な状態や行動を排除するよう努めなければならない。さらに、生徒が機械や工具類の取扱いに未熟であることを考えると、この規制以上に厳しい安全に対する配慮が必要である。

高等学校における実習の内容は、学科ごとにそれぞれ異なり、広範囲にわたっているが、ここでは、実習全般に通じる安全確保上の留意事項を述べる。

また、安全活動の取組みとして、労働災害を低減させる手法である「５Ｓ」、「ヒヤリ・ハット活動」、「危険予知訓練（ＫＹＴ）」、「リスクアセスメント」について述べる。

１　不安全状態の除去

事故や災害の物的要因となる不安全な状態の除去については、実習場の施設と設備の両面に配慮しなければならない。危険な場所や危険な機械・工具類は、いつ事故に結び付くかも知れないので、除去、補修、修理、その他早急に改善しなければならない。しかも、このような不安全な状態は、自然の条件によって、あるいは、生徒の不注意などによって、次々と新しく生み出されることを忘れてはならない。以下に不安全状態を除去するために留意すべき主な事項について述べる。

(1) 実習環境の整備

ア　整理・整頓・清掃・清潔の実施

整理とは不要物を片づけることであり、整頓とは物品を定められた場所に使いやすいように正しく置くことである。整理・整頓は安全の母であると言われているように、作業を能率的に進めるだけでなく、事故防止対策の重要な手段の一つでもある。

また、実習場を美しく掃除しながら施設・設備を点検し、整理・整頓・清掃の状態を維持し、実習場を常に清潔に保っておくことが必要である。

なお、整理・整頓に当たっては、次の事項に留意する。

①　衝突やつまずきを防ぐため、出入口、非常口、通路、階段に物を置かない。
②　消火器、消火栓の近くには物を置かない。
③　原動機、配電盤、分電盤、主開閉器などの近くには物を置かない。
④　機械の配置を適切にし、機械間、または他の設備との間に設ける通路は、幅 80cm 以上とする。
⑤　材料や工具は必要な分だけ貸与する。
⑥　廃棄物は、所定の場所に区分して処理する。
⑦　油布などの引火物は、ふたのある金属容器に入れる。
⑧　正常な器具と欠陥のある器具とは分けて置き､欠陥のあるものは速やかに修理する。

イ　照明及び換気

安全だけでなく衛生の面からも、作業に応じた適当な明るさを確保するとともに、適切に部屋の換気を行う。

(2) 実習設備の整備

ア　機械設備

(ｱ) 安全装置

多くの機械には安全装置が備えられているが､故障して､壊れていることのないよう、作業開始前の点検の際に、安全装置の点検も必ず実施する。また、生徒に対しても同様に指導するとともに、次の事項を守らせるようにする。

①　必ず安全装置を使用する。

②　安全装置を取り外す時は、必ず教員の許可を得る。

③　取り外した安全装置は、後で、必ずもとどおりにし、その働きを点検する。

なお､表２－１の機械は特に危険であり､それぞれの安全装置を施していないものは、生徒に使用させないようにする。

表２－１　各種安全装置

機　械　名	安全装置名
プレス機械及びシャー	安全囲い、安全装置
ロール機	囲い、急停止装置
研削盤	覆い
丸のこ盤	反ぱつ予防装置、歯の接触予防装置
帯のこ盤	歯及びのこ車の覆い等
手押しかんな盤	刃の接触予防装置
紡績機械等	覆い
アセチレン溶接装置	安全器

(ｲ) 安全点検

作業を開始する前に、チェックリストを用いて機械の主要部、安全装置、防護装置の機能や注油について十分に点検を行い、異常を認めたときは補修等適切な措置を講じなければならない。

生徒についても、作業開始前点検を行うことが習慣となるまで指導する。

なお、静止時には、

①　安全装置や防護装置の働き

②　給油状態

③　摺動部の状態

④　電動機及び開閉器の状態

⑤　動力伝達装置の状態

⑥　ねじ・ボルト・ナットなどの締まり具合

⑦　力のかかる部分の損傷、き裂の有無

などについて点検する。

運転時には、

①　クラッチの状態

② 歯車のかみ合い状態

③ 軸受の温度上昇

④ 摺動部の状態

⑤ 異常な音の有無、その他運転状況

⑥ 安全装置や防護装置の働き

などについて点検する。

(ｳ) 手入れ時の標示

機械の運転を停止し、分解、掃除、注油、その他の手入れを行う時には、他人が間違って機械のスイッチをいれることのないよう、スイッチの固定、標示、その他確実な安全措置を講じた上で実施する。

イ 電気設備

電気による事故には、電撃(感電)による人身事故のほか、発熱や漏電による火災、爆発などがある。電気配線を含めた各種の電気設備については、電気災害を防止するために、電気事業法をはじめ、関係政令・省令によって様々な規制がされている。これらの法規の適用は学校も該当する。したがって、電気工事及び電気設備の保守・管理については、十分留意する必要がある。また、電気設備の安全については、実習での安全面だけでなく、学校全体の安全面にも気を付けなければならない。

府立の専門高校の多くは、大容量の電気設備(高圧受電)を有しており、電気事業法に基づく自家用電気工作物の規制を受けている。電気設備の整備には専門的な知識・技術が必要であり、保安規定による自主的な保安管理が義務付けられている。そのため、自家用電気工作物の規制を受けている学校は、保安規定に基づく点検が必要である。そのほか、下記の事項に留意する。

① ヒューズは、適正なものを使う。

② 接地する必要のあるものは、確実に接地する。

③ スイッチの開閉は、安全を確認した後に行う。

④ 露出した充電部に、人が触れることがないよう、カバー及び柵等を設置し、安全対策を講じる。

⑤ 電気火花の発生するおそれのある場所及びその近辺には、引火性、爆発性の物を置かない。

⑥ 接触不良の箇所は、直ちに修理する。

⑦ 絶縁不良などの不良品は使用しない。

⑧ 停電時には、不意の送電に備えて、機器等のスイッチを切っておく。

(3) 危険物、毒劇物、農薬の管理

学科によっては、実習で危険物や毒劇物、農薬を取り扱うことがある。これらのものは、取扱い者のみならず、その周囲の者にまで災害をもたらす危険があるため、その保管や取扱い方について、法令の定めるところにより各種の規制がある。関係法令としては、「労働安全衛生法」、「消防法」、「毒物及び劇物取締法」、「農薬取締法」等、また、その関係政・省令が制定施行されており、学校もこれらの物品を取り扱う時には、法的規制を受けるため、教員は、法令が定める手続きや処置について誤りのないようにする。なお、これらの危険物や危険薬品などを使用する実習の安全対策については、第２編で詳述する(第１部 第１章３、第

２部　第３章第１節参照)。

(4) 安全標識

危険物や危険薬品などを取り扱う実習においては、当事者がそれ相応の注意を払わねばならない。しかし、当事者がいかに注意を払っていても、実習内容の危険性を知らない第三者の介入によって、当事者あるいは第三者が危険になるおそれがある。したがって、このような実習を行う時は、標識などにより、危険であることを当事者はもちろん、第三者にも絶えず確認させるようにする。

安全標識は、JIS Z 9101:2005 安全色及び安全標識―産業環境及び案内用安全標識のデザイン通則、JIS Z 9103:2005 安全色－一般的事項及び JIS Z 9104:2005 安全標識－一般的事項により定められている。

また、標識と同じような役目をもつものに、表示や「はりふだ」がある。危険物やその容器には、だれが見てもそれが危険であることを分からせるための表示が必要である。標識や表示を、すぐ目につくところに見やすく設け、当事者及び第三者に対する安全を図ることは、事故防止の上で大きな効果をもつ。

２　不安全行動の排除

労働災害の原因分析手法の一つとして４Ｍ方式がある。それによると、不安全行動は四つのＭ(Man・Machine・Media・Management)が関係し合う結果と考える。したがって、生徒の不安全行動も個人の原因のほか種々の原因があり、これらを理解したうえで指導を行うことが重要である。

よく見られる生徒の不安全行動には、

①　作業の未熟による不安全な動作
②　単なる好奇心による不安全な行為
③　場所をわきまえない行為
④　注意力の欠如による動作
⑤　疲労による不注意な動作

などがある。これらの行動のうち、特に②～⑤については適切な安全指導を行うことで大幅な防止につながるものである。その他、生徒の不安全行動を排除するための留意事項に、実習時の服装、態度や疲労と休憩がある。

(1) 実習時の服装

服装に気持ちが表れ、また、服装によって気持ちが支配されると言われることがある。実習時に、作業に適した実習服で身を整えることは、気持ちを引締めることに役立ち、機械などに巻き込まれたりする事故防止につながるとともに学習効果を高める観点からも大切である。

実習時の服装については、次の点に留意する。

①　実習服の大きさは、身体にあったものとさせる。
②　実習服のボタンは、全部掛けさせ、上着の袖口を締めさせる。
③　ほころびたり、破れたりしている実習服は着させない。
④　ひどく汚れた実習服は着用させない。
⑤　タオルを腰にさげたり、首に巻きつけたりさせない。

⑥　ポケットに刃物や発火しやすいものを入れさせない。
⑦　実習帽子、実習に適した靴を着用させる。
⑧　保護眼鏡等、保護具を適切に着用させる。

(2) 実習時の態度

実習の授業は、連続して長時間にわたることが多く、しかも、その間、生徒全員が必ずしも同じ進度で課題に取り組んでいるわけではないので、生徒の行動や態度には十分に気を配らなければならない。規律正しい安全な態度で実習に取り組む習慣を養う安全教育が必要である。

実習時にふさわしい態度を身に付けさせるために、次の事項に留意して指導する。

作業前においては、
①　身体の調子の悪い時には無理な作業をさせない。常にさわやかな気分で作業させる。
②　機械、工具類、安全装置などは必ず点検させる。
③　不明な点は、質問するか、指導書によって確かめさせる。
④　使い方の分らない機械や器具をみだりにさわらせない。

作業中においては、
①　作業中の生徒にみだりに話しかけさせない。
②　作業中、ふざけさせない。
③　定められた正しい作業順序、作業方法で行わせる。
④　慣れているからといって油断させない。
⑤　やむを得ず持ち場を離れる時は、機械の運転を止めさせる。
⑥　実習場を離れる時は、必ず連絡させる。
⑦　停電した時は、必ず使用している機械のスイッチを切らせる。

作業後においては、
①　使用した機械をよく清掃させる。
②　工具・器具類は所定の場所にもどさせる。
③　火気の始末を確実に行わせる。
④　スイッチを必ず切らせる。

などである。

(3) 疲労と休憩

疲労には、肉体的な疲労と精神的な疲労があり、実習では、この両者が同時に起こる。疲労は、生徒の体力、適性、興味などにより必ずしも一様ではないが、一般には、３時間や４時間の実習で大きな疲労を覚えるものではない。しかし、夏季炎天下の屋外実習や、高温多湿のハウス内栽培実習のように、実習環境によっては、大きな肉体的疲労をもたらすことがある。

疲労は注意力を散漫にし、不安全行動につながる原因になるばかりでなく、その蓄積は各種の病気の原因ともなるので、実習場所や環境に応じて適切な休憩をとる必要がある。特に、夏季休業中に行う農業実習は、作業時間が長いので熱中症にも十分に注意する。

３　安全活動

企業等で行われている安全活動を知り、それを学校教育においても活用することで、実習における安全確保の向上につながる。

(1) ５Ｓ

５Ｓとは、「整理・整頓・清掃・清潔・躾(しつけ)」の頭文字をとったもので、安全管理の基本活動として実施されてきた。５Ｓを実施することで、安全性だけでなく、生産性や品質の向上にもつながっている。

整理・整頓・清掃・清潔についてはすでに述べたとおりであるが、「躾(しつけ)」とは「決められたことを、いつも正しく守る習慣づけ」のことを言う。

(2) ヒヤリ・ハット活動

作業中、けがには至らなかったものの思いがけない出来事でヒヤっとした、あるいはハッとしたという体験をすることがある。このような体験をお互いに報告することで、情報を共有し、その対策を講じることで事故・災害の未然防止につなげる活動のことである。仕事にかかわる危険要因を把握する方法の一つとして、効果的である。

「１件の重大事故の背後には29件の軽微な事故があり、その背景には 300 件の「ヒヤリ・ハット」した傷害のない事故が存在する」というハインリッヒの法則が有名である。

(3) 危険予知訓練

危険予知訓練は、作業のなかに潜む危険とそれが引き起こす現象について、対策を話し合い、お互いの行動目標を設定していく過程を通して、危険に対する感受性や回避能力、問題解決能力を高める手法である。

危険予知訓練は、次のような手順で進める。

第１ラウンド　「どんな危険が潜んでいるか」(現状把握)
第２ラウンド　「これが危険のポイントだ」(本質追究)
第３ラウンド　「あなたならどうする」(対策樹立)
第４ラウンド　「私たちはこうする」(目標設定)

(4) リスクアセスメント

労働安全衛生法第28条の２により、リスクアセスメントの実施が努力義務化され、また、その後、リスクアセスメント実施に当たって参考となる三つの指針(「化学物質等による労働者の健康障害を防止するため必要な措置に関する指針」、「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」、「機械の包括的な安全基準に関する指針」)が示された。

リスクアセスメントとは、職場における危険性や有害性を特定し、リスクの大きさを見積り、リスク低減対策について優先度を設定し、リスク低減措置を実施する一連の手法である。

リスクアセスメントの導入効果として、リスクが低減し事故発生の抑制につながり、作業者・管理監督者のリスク排除の意識が高まるといった事例が報告されている。また、施設・設備等の本質安全化が促進され、生徒に対する安全配慮義務や安全保持義務を果たすことにつながる。

参考図書等

１　大関　親「新しい時代の安全管理のすべて」中央労働災害防止協会(平成 23 年４月)

２　中央労働災害防止協会編「職長の安全衛生テキスト」中央労働災害防止協会
(平成 23 年３月)

３　中央労働災害防止協会編「安全管理者　選任時研修テキスト」中央労働災害防止協会
(平成23年３月)

４　中央労働災害防止協会編「職場のリスクアセスメント事例集」中央労働災害防止協会
(平成20年３月)

５　中央労働災害防止協会編「危険予知訓練」中央労働災害防止協会編(平成23年６月)

６　株式会社立売堀製作所「１号消火栓」「２号消火栓」
http://www.itachibori.co.jp/

７　独立行政法人科学技術振興機「Web ラーニングプラザ」
http://weblearningplaza.jst.go.jp/

第２編　　　分野別実習編

第１部　　農　業

第１章　　　共通

農業における「安全」には、作業者自身の安全、生産物の安全、周囲環境及び農場の安全などがある。安全確保には、事故や健康被害が発生しないようにする予防安全と、万が一それらが発生したとしてもできる限り被害を最小限にする事後安全がある。これら両者を一体として考える労働安全衛生の意識をもつことが大切である。

そのためにも、関連したいろいろな法令を遵守し、農業用の道具や器具(以降「農器具」という)や農業用の機械(以降「農業機械」という)を含めた農場の施設や設備、及び教材としての動植物の正しい維持管理と使用を行い、それらの危険度を十分に把握することが重要である。さらに、農業薬剤や化学薬品等の管理や使用については農場内だけではなく、環境への影響を十分に考慮する必要がある。特に大阪の農業高校として、近隣者との間で騒音や悪臭、事故などの問題が生じないようにし、地域との共存ができるようにすることが不可欠である。

また「農」によって生産される「食」は、私たちの命を支えるものであり、安全で安心なものでなくてはならない。そしてその食を生産する「農」の現場も、安全で安心なものでなくてはならない。これら消費者と生産者の双方の安全を守るという意識をもち、かつ教育の現場としてこれらの規範意識をもった生徒を育てるという観点から、安全な実習の取組を行うことが大切である。

第１節　序論

１　農作業

農作業とは、作業者が農器具や農業機械などを用いて、圃場を管理して作物を栽培管理したり､家畜を飼育管理したりすることにより農産物を生産し､さらに食品製造や加工などを行い、食としての農業生産物を生産する一連の作業のことをいう。また、これらの農作業を行う場所のことを総じて農場という。

これら農作業は多岐にわたるだけでなく、その対象となる作物や家畜などは全て生き物であり､たとえ同種であっても生育状況や仕上がりなど全く同じものは二つとないといってもよい。さらに作業環境としての農場の状況は、季節や天候といった気象条件などの外的要因の違いによって左右され、そのことが生育状態や作業内容などにも大きく影響する。農作業は、このように刻々と変化する条件の中で行われるので、的確な判断力とそれを支える多くの知識や技能及び経験が必要とされる。

生徒の安全を第一に守り、事故を未然に防ぎ、効果的な実習を行うためには、農作業におけるあらゆる危険を把握し、そのリスクを最小限に抑えるため、作業環境を整備し、生徒の状況を把握し、事故時の対応と対策などを常に講じておかなければならない。

(1) 事故の実態

農林水産省の調査によると、農作業事故のうち、死亡事故についてはほぼ全数が把握されており、その件数は約 400 件／年である。全産業災害や交通事故による死亡者人数が減少傾向にある中で、農作業事故に関しては自治体等の安全対策にも関わらず、約30年間この数はほぼ横ばいである。しかも、就業人口当たりでは、全産業の約４倍で、他産業が減少傾向の中、農業は増加傾向にある。

農作業死亡事故約 400 件の内訳は、農業機械関係が約 300 件／年で約７割５分を占め、そ

のうちの約200件／年がトラクタで農業機械事故の約７割を占めている。次いで農用運搬車と続き、これらだけで農業機械事故の約８割を占める。次いで自脱型コンバイン、動力刈払機、動力防除機と続く。また死亡事故の残り約100件の内訳は多い順に、圃場や路肩から転落、木や脚立等の高所からの転落、稲わら等の焼却中での火傷、溺水、熱中症、家畜・ヘビ・昆虫などによる事故、農薬による中毒などである。

負傷事故は、農業の場合、労働者災害補償保険への加入者が少なく、医療機関などの協力も得られにくいため、その全数を把握することは困難である。しかし加入者のうち農業機械による傷害事故で給付を受けた者の調査によると、最も多いのが動力刈払機である。続いてトラクタ、自脱型コンバイン、動力運搬車と続き、死亡事故の場合とほぼ一致する。

そして事故の原因は、死亡事故の場合、乗用トラクタと農用運搬車は転落・転倒によるものが最も多く、乗用トラクタでは約７割を占める。歩行型トラクタでは、後進している機械と木や建物等の間に挟まれる事故が最も多い。

１件の重大事故があれば、約29件の負傷事故、約300件のヒヤリハットが発生しているといわれている。だからこそこれらの状況を踏まえて、より一層の実習への安全対策が必要である。

(2) 安全管理

一般に労災事故が起こる要因は、作業者の不安全行動、機械・設備の不備を含めた作業場の不安全状態といった、安全管理上の欠陥であるといわれている。安全管理の基本については、「第１編　共通編」に記述しているので参照されたい。

教職員は、事故を未然に防ぎ安全に実習を行うために、農場の安全を確保し、生徒に安全教育を行い、いかなる場合でも自らが見本となって行動し、安全管理を実践していくことが大切である。

(3) 危険の把握

農場は季節や天候などの自然条件によって状況が変化し、危険な場所や内容も変化する。そして、作業内容や使用する農器具や農業機械、生徒の人数やその状況、また周囲の状況によっても危険度は大きく変化する。そのため、あらかじめ危険を想定した備えを講じることはもちろん必要不可欠であるが、さらに実習現場での細かな変化も見逃さない注意深さと判断力が必要である。

ア　屋外作業

(ｱ) 夏季の炎天下

強い日光と高温下では、疲労が倍加し注意力が散漫になり事故が起こりやすい。また、熱中症への対策も不可欠である。直射日光を避ける肌の露出を控え、かつ放熱性に優れた服装及びつばの長い帽子を着用させ、適宜水分補給と休憩をとらせる。

また、ビニールハウスなどの高温で風通しが悪い環境下では特に熱中症が発生しやすいので注意する。

(ｲ) 厳寒期

防寒着の着用や寒さで動作が緩慢になりやすいので、けがや事故に注意する。また、作業による発汗で逆に体が冷えてしまわないように、衣服脱着による体温調整と水分補給などに注意する。

また路面や圃場の凍結による転倒事故などにも注意する。

(ｳ) 悪天候

暴風雨などの悪天候時は屋外での作業は行わない。また、作業中に天候が悪化した場合も、速やかに作業を中止する。特に落雷には注意する。やむを得ず小雨の中で作業を行う場合は、急激な気候変化や事故防止と生徒の体調の変化に細心の注意を払い、雨具の着用や作業後の更衣など衛生面での配慮をする。

また、雨天後はいくら天候が回復していても、路肩や畦などが崩れやすく、圃場のぬかるみなどでも転倒による事故が起きやすいので注意する。そして、トレーラなどの農業機械もスリップやスタックなどによる事故が起きないよう細心の注意をはらう。

(ｴ) 移動

圃場などでの作業だけでなく、準備や片付け、移動中にも集中力を保ち事故が起きないように注意しなければならない。

農器具格納庫から圃場まで移動する際、安全な距離を保ち農器具の刃先を相手側に向けないなどの持ち運び方に注意する。また、荷車や運搬車で運搬する場合、積載量が大きくなれば操縦性が著しく低下することを理解し、無理な積載を避け、荷崩れの防止対策に努め、速度を控えて、急な操作を控えた無理のない慎重な運転操作を行う。また、運転中は車輌の前後に周囲の安全や荷崩れ等を確認する人をつけ、荷台に人は乗せないといった基本的な安全対策も怠ってはならない。

圃場が飛地の場合、移動のために一般道を通らなければならない。その際、通行者や車輌との接触事故等が起きないよう更なる注意が必要である。特に、子どもは急な飛び出しだけでなく思いも掛けない行動をとるので細心の注意が必要である。よって、見通しの悪い場所などの危険箇所は事前に踏査しておく。また、横に並んで道をふさがず、縦列で端に寄り片側通路を開けるなどの基本的な交通マナーを守ることも最低限必要である。

イ　屋内作業

(ｱ) 環境整備

施設設備や農器具・農業機械は、点検整備と整理整頓・清掃清潔を徹底する。特に作業床や通路は転倒事故防止のため凹凸をなくし、こぼれた洗浄液や油類などを十分に除去する。また、危険物の保管場所や消火器・消火栓の設置場所、避難経路の確保と各種注意喚起の表示の確認などを行う。

(ｲ) 照明

作業に適した明るさの確保は、目を守るだけでなく、危険を防止し事故を防ぐために必要である。採光にはできるだけ自然光を利用し、人工光源による採光は、全体照明と局所照明を組み合わせ、特に精密部品や危険物の取扱い作業、刃物や危険な電動工具の使用などでは十分な明るさを確保するなど、作業区分に応じた法定の照度を確保する。

また明るさにむらが出ないように、電球や蛍光灯は常に清掃をし、埃がかぶったり汚れが付着していないようにしておく。

(ｳ) 換気

作業者の健康を守るために、内燃機関の排気ガスや粉塵、埃が発生する実習では、防塵マスクなどを着用させるだけでなく、実習場の換気を十分に行う。また、夏季や冬季に空調設備の使用時は、定期的に換気を行う。特にストーブ使用時は、火傷や火災、ま

た一酸化炭素中毒にも十分注意する。

(4) 実習環境の整備

生徒が安心して作業に取組、安全な実習を行うためには、農場を常に環境整備して正しく維持管理しておかなければならない。すなわち、圃場や各種実習施設や設備、各種機械類や農器具類などは、常に清掃と洗浄、安全点検と整備、整理整頓を行い、実習教材としての農場の動植物も正しく維持管理しておく。

そして生徒には、安全に実習を行う大切さと農業経営や農場管理への理解を深めさせる観点から、農作業実習をさせるだけでなく、これらの実習環境の整備も実習の一環として行わせ、その意義についても指導する必要がある。

(5) 生徒の把握

実習は多くの生徒を対象に行い、さらに屋外実習では広範囲な場所で行うことが多いため、全員の状態を把握することが難しい。このため、教職員は的確かつ厳格に作業方法・留意事項を説明し、作業の開始・終了・休憩などを徹底させ、全時間を通して生徒の行動や身体状況・疲労度などを掌握する。

そして、生徒の状況を把握するためには、個別及び全体指導に関わらず、教職員は常に生徒全員を確認することができる場所に位置し、生徒に背中を見せることが極力無いようにするなど、その立ち位置に細心の注意を払う。

また、１人の教職員で把握できる生徒の人数には限界があり、危険度が高い作業内容ではその人数もさらに制限される。このことを十分に理解し、無理のない実習計画をたてることが大切である。

また、配慮を要する生徒については、事前にその状況と対応を十分に把握し、実習内容を配慮する。

(6) 事故時・災害時の対応と処置

突発的な事故や災害時に教職員がどのような動きをすべきか、農場での危機管理体制を整備し、迅速な対応ができるようにしておく。教職員は、必ず複数で実習を担当し、救急用品を携行する。また、生徒にも実習は必ず複数で行うように徹底し、体調不良や事故等が発生した場合、速やかに教職員に連絡させる。そして、安全教育として、マニュアルを伝えるだけでなく、自身や周りの安全を守るために、自らがどのように行動をすればよいかを日頃より考えさせ、指導を徹底する。

２　配慮を要する生徒について

(1) 知的障がい

知的障がい生徒自立支援コースや共生推進教室の設置によって知的障がいのある生徒が実習を受ける機会が増えた。その際、必要な配慮を行うことで生徒の学習について理解が深まるとともに実習を円滑に進めることができる。

ア　教員配置

不測の事態により生徒自身あるいは周囲の生徒に危険が生じないように、学習サポーターを置くこともある。その場合、担当者間で実習の内容を事前に打ち合わせ、サポートの内容や方法を確認しておく。

イ　サポートの内容

配慮を要する生徒の能力を正しく把握し、担当する教員間での共通認識を図り、役割を明確にし、生徒の学ぶ姿勢、自主性を尊重してサポートする。

① 実習内容の理解を深めるための補充説明

② 実習で行ういろいろな作業の補助

③ 生徒間の意志疎通の促進

④ 実習環境の安全確保

(2) その他

学習サポーターを置くことができない場合でも、対応できるように授業計画を考え、実習内容などについても十分に配慮する。

また、教職員の説明について理解が不十分であったり、作業途中で体調が悪化したりした場合でも、生徒自身から申告しない場合もあるので、細かい変化も見逃さないよう全時間を通じて生徒の状況把握に努める。

ア　発達障がい

学習障がい（ＬＤ）、注意欠陥多動性障がい（ＡＤＨＤ）、広汎性発達障がい（ＰＤＤ）などがある。それぞれの障がいの特性を理解し、教職員間・保護者・医療機関や関連機関との連携を行い、個々の生徒に合わせた配慮を行う。

イ　運動障がい

個々の生徒の状況に合わせた作業内容の配慮を行う。

ウ　色覚障がい

板書等の文字は赤・緑・青・茶色の使用を控え、白・黄色を使用する。既存の農業機械や施設、看板やマーク等でも色による表示が多いため、口頭による説明を徹底する。

エ　聴覚障がい

文字による説明や資料を配付する。生徒は発言者の口元を見て発言内容を理解できる場合もあるので、説明者は対象生徒に顔をまっすぐに向けて、口を大きく開けてゆっくりはっきりと反復しながら説明する。

オ　内科的障がい

てんかんや心臓疾患、内臓疾患や感染症など事前に個々の生徒の状況を十分に理解し、薬剤服用や緊急処置など、問題が生じた場合の対応ができるように準備しておく。また、日々の生徒の状態を確認して把握しておく。

カ　アレルギー

イネ科や杉檜だけでなく、各種雑草、動物、食品に対するアレルギーのある生徒が近年急激に増えている。野外での栽培管理や家畜の飼養管理、あるいは食品加工などの実習中に急激に症状が出て悪化する場合がある。生徒が事前に学校に申し出がなく、本人も気付いていない場合や新たにアレルギーが発症する場合もあるので、作業前にいろいろな可能性を十分に説明し、生徒の様子の変化に細かく注意し対応を行う。

キ　その他

個々の生徒のいろいろな状況に対応できるようにする。

３　法規

農作業の安全確保に関する法規のいくつかを次に述べる。高等学校においても、安全な実習を行う上で、これらを遵守することは最低限必要なことであり、より高度な安全をめざした更なる自主的な取組を行うことが大切である。

(1) ＩＬＯ 119号条約

適切な防護装置のない機械類を販売目的で、展示・譲渡・製造をしてはいけない、また、労働者は防護装置のない機械を使用してはいけない、という趣旨の国際労働機関(ILO)で採択された機械の防護に関する条約を受けて､国内では労働安全衛生法･規則が制定されている。

(2) ＩＳＯ 12100

国際標準化機構によって策定された、機械類の安全性にかかわる国際標準規格である。接触などによる事故だけでなく、振動や騒音などによる健康被害の発生防止についても機械製造者が配慮しなければならないことを定め､リスクアセスメントの考え方も導入されている。

(3) 労働基準法

労働させる場合の基本的な制約を定めている。長時間労働させる場合の休憩の必要性や若年労働者を使用する場合の禁止事項などがある。

(4) 労働安全衛生法

ＩＬＯ 119号条約の批准を受けて制定された法律である。労働者の安全衛生の確保をめざし、安全衛生にかかわる教育、環境整備、技術研修、安全衛生管理など広範囲に定められている。

(5) 労働者災害補償保険法

雇用関係にある労働者が業務中に被災した場合に、医療費等が給付されることを定めた法律である。業務中に発生したけがや疾病に対しては、原則として健康保険は適用されない。事業者は、労働者を雇用した場合はこの保険に加入し、保険料を支払わなくてはならない。個人事業者の場合は、定められた条件を満たしていれば、特例としてこの保険に加入することができる。

(6) 消防法

火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、火災等による傷病者の搬送を適切に行い、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的とした法律である。大量の危険物(燃料類)を保管する場合、貯蔵量や種類によって、火災防止のために取るべき行為等が定められている。

(7) 道路交通法

道路上で車輌等を移動させるために必要なことを定めている。運転免許の種類などもこの法律で定められている。

(8) 道路運送車両法

道路上を移動するための車輌について、車輌の保安基準や構造、積載方法など必要な事項を定めている。

(9) 農業機械化促進法

農業機械化を促進するため、高性能農業機械等の計画的な試験研究、実用化の促進及び導入に関する措置、農機具の検査に関する制度、農機具についての試験研究体制の整備、その

他必要な資金の確保等の措置について定めて、農機具の改良普及に資し、もって農業生産力の増進と農業経営の改善に寄与することを目的とした法律である。

(10) 農薬取締法

農薬についての登録制度を設け、販売及び使用の規制等を行うことにより、農薬の品質の適正化とその安全かつ適正な使用の確保を図り、もって農業生産の安定と国民の健康の保護に資するとともに、国民の生活環境の保全に寄与することを目的とした法律である。

(11) 水質汚濁防止法

環境保全及び水中生物への影響を及ぼすことのないように、排水中に含まれる成分について規制している法律である。

(12) 農作業安全のための指針

農作業安全基準が改正され、「農作業安全のための指針」となった。農業機械安全鑑定によるハードとしての安全装備と共に、ソフト面から使用者が安全・快適に農作業を行う際の基本事項を定めている。

(13) 農業機械安全鑑定

労働安全衛生法並びに同規則を受け、農業機械による事故を防ぐための防護の在り方を定めている。

(14) 食品衛生法

飲食によって生じる危害の発生を防止するための法律である。食品と添加物と器具容器の規格・表示・検査などの原則を定めている。

(15) 食品安全基本法

食品の安全性の確保に関する施策を総合的に推進することを目的とした法律である。

(16) 家畜伝染病予防法

家畜の伝染疾病の予防と蔓延の防止により、畜産の振興を図ることを目的とした法律である。

(17) 飼養衛生管理基準

家畜伝染病予防に基づき、食品の安全性確保のため、畜産物の生産段階での衛生管理などについて定めている。

第２節　農器具

一般的に農作業に使用する農器具には、鍬、鎌、鋏、スコップ、ショベル、フォーク、レーキ、鋸、鉈、脚立、三脚などがあり、それぞれはその用途によりさらにいろいろな種類が存在する(図１－１)。そして､さらに専門的な特殊な作業に特化した農具や器具も数多く存在する。

事故を未然に防止するためには、これら農器具類の安全で基本的な使用法及び取扱い方法を熟知しなければならない。そして､農器具を正しく維持管理し､危険度を十分に把握した上で､細心の注意を払って生徒の実習を行う。

図１－１　いろいろな農器具

注 1.　JIS 規格では足をかける部分があるものをショベル、無いものをスコップと記されているが、剣先スコップ、角(平)スコップと呼ぶ場合もある。

1　農器具の維持管理

(1) 整理整頓

異常を速やかに発見し事故を未然に防ぐために、農器具の格納施設や収納場所は、常に清掃しきれいにしておく。そして、器具や物品は出し入れしやすいように配置して収納する。また名称を明記し、生徒がその所在を確認でき、使用及び返却が確実に行えるようにする。そして、複数ある器具には番号を記入し、個数と状態を管理する。

(2) 安全点検と整備

責任者を明確にし、定期的に安全点検と整備を行い点検記録簿に記録する。

① 鋏などの連結可動部分は、塵や樹液の除去及び脱脂を行いグリスアップする。また、がたつきが生じている場合は、適正なトルクで増し締めする。

② 金属部分はクリーニングし、錆が生じていれば除去し、シリコンコーティングなどの防錆処置を施す。

③ 鋏、鎌、ナイフなどの刃は、摩耗して切れ味が落ちている場合、研磨をする。

④ 柄にがたつきが生じている場合、ボルト固定式なら適正なトルクで増し締めする。楔式なら、増し打ちし、摩耗が激しい場合は部品交換をする。

(3) 使用前点検

刃の切れ味や、ジョイント部や柄のがたつき、破損個所の有無など、使用前に正常に使える状態であるかを必ず確認する。不具合がある器具は使用しない。そして、使用する数を記録してから持ち出し、使用後に再度確認し管理する。

(4) 使用後点検

使用後は速やかに洗浄し、破損個所や不具合部分の有無を確認する。異常を発見した場合は、担当教職員に直ちに報告させ記録する。

① 泥は錆や腐食の原因となるため、細部まで丁寧に水洗いする。

② 特にセメント作業後は、すぐに硬化して除去不能になるので、ブラッシングなどを併用して迅速に洗浄作業を行う。

③ 器具は乾燥させてから整頓して所定の場所に収納する。

④ 鋏や鋸などの刃物類は、樹木などの樹液等が付着しやすい。これらは水洗いでは落ちないため、ケミカル用品を用いてクリーニングをする。脱脂後には、防塵や潤滑のためにグリスアップやシリコンコーティングなどを行う。

⑤ 刃の切れ味を確認する。

⑥ ジョイント部や柄のがたつき、破損個所の有無を確認する。

2　使用時の注意

実習の作業内容や人数に合わせて、必要な農器具の種類とそれぞれの個数を事前に定め生徒に指示をする。

(1) 農器具の管理

① 作業で使用する器具の使用前点検を行い、責任者を決めて必要な個数を記録してから収納施設から持ち出す。

② 作業終了後は使用後点検を行い、個数を確認して所定の場所に正しく収納する。

(2) 運搬

① 複数の農器具を運搬する場合、鋏や鎌などの小型のものは散乱防止のため収納箱などに入れ持ち運ぶようにする。

② 鍬やスコップなど大型のものを荷車や運搬車などで運ぶ時は、刃先の向きをそろえて種類ごとに整理し、しっかりと固定して荷崩れしないように注意して積載する。その際、一般的に柄の先端に取り付けられている刃の部分が重たく危険であるので、落下の危険を考慮しその積載する位置に注意する。荷台を押すタイプの荷車(カート)の場合は人がハンドルを持ち上げる側である後ろ側、荷台を引くタイプの荷車(リヤカー)や運搬車(トレーラ)では同じく前側に積載する。

③ 車輌で運搬する際は、車輌の前に安全確認誘導係、後ろに荷崩れ確認係りをつける。

④ 手で運ぶ場合は、刃先を相手に向けないようにして、安全な距離を保ち、周囲の人や物が傷つくことのないよう十分に注意させる。また、鍬やショベルなどの先を杖のように地面につけないようにする。

(3) 使用方法

① 安全に正しく使用する方法を書面や口頭で事前に説明するだけでなく、必ず師範実演を行う。

② 正しい使用法だけでなく、誤った使用例や事故の例、またその危険度についても事前に説明をする。そして、万が一事故が生じた場合の対処法についても説明する。

③ 生徒が作業開始後も、その使用状況を注意深く観察し、危険な使い方や癖、効率の悪い使い方などを指摘し、改善させる。

④ 農器具の目的以外の使用は絶対にさせない。

⑤ 使用者の周囲には一定の安全エリアも設け、不用意に他の者が近づかないよう指導する。

⑥ 複数で作業を行う場合は、前後左右に十分な間隔をとる。

⑦ 鋏や鋸などは、作業服のポケットに入れると刃が突き破る可能性があり非常に危険であるので、必ずベルト等にケースを固定して一時収納する(図１－２)。

図１－２ ケースに収納した剪定鋏と折りたたみ式剪定鋸

⑧ 鍬、鎌、フォーク、レーキ、ショベルなどを地面に一時的に置く場合、刃先が上に向いていると、誤って踏んだ場合に危険である。刃を下に向けて立て掛ける(図１－３)もしくはねかす(図１－４)、また地面に突き刺す(図１－５)など、置き方に注意する。特に、作物や雑草が繁茂している場所や乾草調整作業場では、置いた器具が見えなくなり、紛失や事故の原因となるので注意する。置く時間が一時的でない場合は、定めた場所に集めて置く。

⑨ 作業中に使用器具に不具合が生じた場合は、直ちに使用を止め報告させる。

図１－３　刃を下にして運搬車に
立て掛けた様子

図１－４　刃を下にして種類ごとに
かためてねかしておく

⑩　作業内容によって、安全のため手袋やゴーグル、安全帽などを着用する。

⑪　使用後は、実習場の現場で必ず個数を確認する。不足している場合、そのまま放置しておくと、次回の実習の時に作業者が気づかずに誤って踏んだり、機械で巻き込んだりする可能性が高く危険である。したがって、必ずその実習中に探し出す。

特に、水田内では素足で作業をすることが多いので危険度が高い。さらに水田内は水中ということに加えて床がぬかるんでいるので小さい鋏や鎌を落とした場合探すのが非常に困難であるので、落とさないような工夫と細心の注意が必要である。

図１－５　まとめて地面に突き刺した
ショベル(剣先スコップ)

第３節　農業機械

農業機械は、トラクタやトレーラのように、多くの作業に共通して使用できる汎用機械と一つの作業にしか使用できない専用機械がある。事故を未然に防止するためには、それぞれの農業機械の安全で基本的な使用法及び取扱方法を熟知しなければならない。そして、安全な実習を行うために、危険度を十分に理解し、法令を遵守して作業や操作を行うことが大切である。ここでは、安全確保のための共通した留意点と汎用機械の取扱いについて述べる。

１　農業機械の危険性

(1) 事故の実態

農作業における死亡事故は、年間約400件発生している。そのうち約300件が農業機械関係である。つまり、農業実習において最も危険なのが農業機械実習であるといえる。農林水産省の統計(この12年間の概算値)によると、その内訳は、乗用トラクタが約140件、歩行用トラクタ(耕うん機)が約60件、農用運搬車(トレーラ・農用トラック)が約50件で、これらがワースト３で約200件で全体の約８割を占めている。続いて、自脱型コンバインが約11件、動力刈払機が約６件、動力防除機が約５件と続く。

そして、事故の原因別でみると、乗用トラクタでは「機械の転落・転倒」が最も多く全体の約７割、次いで「回転部等への巻き込まれ」で約１割を占める。歩行型トラクタでは「挟まれ」が最も多く約半数を占め、次いで、「機械の転落・横転」、「回転部への巻き込まれ」と続く。乗用運搬車では「機械の転落・横転」が最も多く約４割を占める。

また、負傷事故は動力刈払機が最も多く全体の約２割を占める。次に乗用トラクタ、歩行型トラクタと続き、死亡事故とほぼ一致する。自動刈払機は、死亡事故の割合に対して負傷事故が特に多い。事故の原因は、「刃等による切れ・こすれ」が最も多く約７割、次いで「飛来物」が２割を占める。これらのことから、負傷事故は農業機械全般で発生しており、死亡事故等の重大事故は機種とその原因は特定されているといえる。

したがって、特に実習において注意をしなければならない機種は、乗用トラクタ・歩行型トラクタ・トレーラ・動力刈払機である。これらは学校現場においても最も使用頻度の高い機械である。だからこそ、これらの事故の原因や要因を把握しその対策を講じ事故を未然に防ぐことが、農作業全体の事故を未然に防ぐことと同義であるといっても過言ではない。

(2) 健康被害

健康被害は、事故と違って、日頃の小さな積み重ねが長い時間をかけて症状となって現れる。その考えられる主な要因は、振動・騒音・粉じんなどである。いろいろな要因が複雑に影響をして発症するので、これら農業機械の使用が原因として特定はできない。しかし、骨格系や消化器官、頭部などで、それぞれが共振する周波数の振動に長時間さらされると身体に悪影響が生じる可能性がある。開発初期のチエンソーを使用した作業者の一部にみられた血管の痙攣性収縮による指が蒼白になる白蝋病は有名である。教職員や生徒の健康と安全確保のために、機械の共振回転数での使用を避ける。また、長時間の連続使用を避け、適切な休憩をとり、余裕をもった実習計画のもとで作業を実施する。

２　農業機械に関する法規

トラクタなどの農業用車輌は、道路を走行する場合、道路運送車輌法により、登録や整備が義務付けられ、点検整備記録簿の記載と保存義務が規定されている。また、運転者は道路交通法の規制を受ける。ボイラーは、その設置や運転・整備などに関して、労働安全衛生規則により規制を受ける。また、溶接作業は、ガスの保管や使用者の資格などに関して、高圧ガス取締法の規制を受ける。そして、ガソリン・軽油・灯油・重油などの燃料の保管や取扱いについては、危険物取扱者の資格が必要であり、消防法の規制を受ける。教職員はこれらの法規を遵守するだけでなく、より高い安全をめざした更なる取組を行うことが大切である。

３　農業機械の整備と保守

(1) 服装

安全に作業を行う第一の基本は、正しい作業服を正しく着用することである(図１－６)。

作業を行う場合の服装は、作業性の向上と災害防止の観点から次に点に注意する。

ア　作業性の向上

①　動きやすい体にあったものを選ぶ。

②　常に洗濯をして汚れを落とし清潔にしておき、ほつれがないように修繕しておく。

イ　回転部分の巻き込みや操作装置のひっかかり事故の防止

①　だぶだぶでかさ張った服装はさける。

②　上着の胸元や袖口、ポケット口をしっかりとしめる。

③　ズボンは裾の広いものを避け、裾口をしめる。

④　首や腰にタオルをかけない。

⑤　髪が長い場合は束ねて帽子の中に収めるなどの工夫をして巻き込まれないようにする。

⑥　アクセサリー類はつけない。

ウ　落下物による事故の防止

①　安全靴をはく。スリッパ等ははかない。

②　ヘルメット(防護帽)、防護眼鏡を着用する。

エ　やけどや接触事故の防止

①　機械を稼働させた後は、金属部分が非常に高温になっている場合があるので注意する。

②　肌の露出をさける。季節にかかわらず、長袖・長ズボンを着用する。

③　手袋、安全帽を着用する。特に作業内容によって手袋は、厚手の革製を着用する。

オ　その他

①　転倒防止のため、滑り止めのついた作業靴をはく。

②　粉塵や埃が発生する場所では体内に入り込むのを防ぐために保護マスクを着用する。

図１－６　正しい服装例

図１－７　誤った服装例

③　騒音の激しい場所では耳栓をする。

④　燃料に引火して火災が生じた場合の事故に備えるという観点からは、できれば耐火素材の服装が理想である。

(2) 整理整頓・清掃清潔

整備実習室は、常に清掃してきれいにし、工具などは整理整頓しておく。これは、作業効率を上げ、かつ事故を未然に防ぐためであり、特に下記の点に注意する。

ア　作業台・床の清掃

農業機械は、泥などを作業場内に持ち込みやすいので注意する。そして、油汚れは徹底的に除去する。それは、機械からの油漏れをいち早く発見することで事故防止につながるためである。また、転倒事故を防ぐために、作業床は凹凸がないようにしておく。

イ　工具・工作機械の洗浄

作業場同様に、工具類も常に汚れを落としきれいにしておく。

ウ　工具類の配置・名称の表示

事故防止と作業効率向上のため、出し入れしやすいよう工具類を配置する。また、生徒がその所在を確認でき､使用及び返却が確実に行えるように､返却場所に名称を表示する。

エ　工具・工作機具の安全点検と整備

責任者を明確にし、定期的に安全点検と整備を行い、点検記録簿をつける。

オ　防火対策

可燃性の燃料や油を使っての整備作業では、火災の危険性が非常に高い。そのため、作業場には必ず消火器を備えておかなければならない。火災発生時に大切なことは初期消火である。消火器の使い方を熟知し、日頃から点検を怠らないようにする。

(3) 運転前点検

機械の故障などが原因で起こる事故を未然に防ぐために、作業前には必ず運転前点検を実施する。もし不具合が発見された場合は、速やかに改善する。もしすぐに修理等ができない場合は、改善されるまでその機械は運転しない。ここでは、汎用機械全般に応用が利く一般的な点検事項として、トラクタを例にあげて述べる(以降の項目も同様)。

点検は、油面を正確に測るためトラクタを水平な広い場所に置き、駐車ブレーキをかけ、後輪の前後に輪留めをし、作業機は下ろし、エンジンは必ず停止し、十分に冷えている状態で周囲の安全を確認してから行う。

ア　前回使用時に異常のあった箇所

①　運転記録簿を確認する。

②　前回使用時に異常があれば改善の有無を確認する。

③　異常ではなくても前回特殊な使用を行った場合、特に負担がかかる箇所の動作状態を確認する。例えば、代かき作業など泥水の中に入った場合の各部グリスアップや粉塵の中で作業した場合のエアークリーナーの確認など。

イ　車輌全体・下回り

①　車輌全体を見渡し損傷箇所の有無を確認する。

②　ナンバープレートの汚れ、破損を確認する。

③　床にオイル等が落ちていないが確認する。

④　オイルを発見した場合は、オイル漏れの箇所を確認する。オイルは部品を伝わってから床へ落ちる場合もあるので、その経路をたどり漏れ出した場所を特定する。

⑤　オイルのにじみの箇所を確認する。

ウ　タイヤ

①　異物が刺さっていないか確認する。

②　空気圧を確認し、適正値に調整する。タイヤの種類や車種により適正値は異なるので、それぞれ車種ごとに把握しておく。特に、ハンドリングに影響する前輪は左右均一になるように注意する。農業用車輌では、通常耕うん作業時は、走行時より空気圧は低い設定である。長期保存時は通常空気圧を高めて保管しているので、使用再開時は注意する。

④　ホイールナットが緩んでいる場合、適切なトルクで増し締めする。

⑤　タイヤの摩耗状態、亀裂などの痛みを確認する。

エ　前照灯・警告器・方向指示器

①　汚れや破損を確認する。

②　電源をオンにし、コンビネーションスイッチの異常、照明状態や動作確認を行う。

オ　アクセル

①　アクセルペダル及びアクセルレバーの動作状態を確認する。特にアクセルのもどりが悪いと事故につながるので注意する。

②　アクセルワイヤーの状態を確認する。

カ　ブレーキ

①　不具合が出た場合、事故に直結するので、特にブレーキの点検は慎重に行う。

②　ブレーキペダル、ブレーキレバーの動作状態を確認する。

③　遊び量は20～30㎜になるように調整する。また、左右のペダルの段差は５㎜以内に調整する。

④　駐車ブレーキの効き具合を確認する。

⑤　油圧ブレーキの場合、ブレーキマスターシリンダ・ブレーキフルードリザーブタンク・ブレーキキャリパー・ブレーキホースからのオイル漏れがないか確認する。

⑥　ブレーキフルード(ブレーキオイル)の量､汚れを確認する｡オイル漏れがない場合、基準内(上下のレベル間に油面)であればオイルを補給する必要はないが、茶色く濁ったり不純物が浮遊しているオイルは交換が必要である。

⑦　ブレーキシュー、ブレーキパッドの残量の確認をする。

⑧　ブレーキホース・ブーツ類の亀裂を確認する。

キ　クラッチ

①　クラッチペダル、クラッチレバーの動作状態を確認する。

②　ペダルの遊び量(クラッチ踏み代)は20～30㎜になるように調整する。

ク　ハンドル(ステアリングホイール)

①　遊び、片振り、切れ具合、がたつきなどの状態を確認する。

②　動作時にステアリングジョイント・ステアリングギアボックス・ベアリングなどから異音が出ていないか注意深く確認する。

③　パワーステアリングリザーブタンク･ホース類からのオイル漏れがないか確認する。

ケ　燃料タンク

①　燃料関係を点検する際は、特に火気に注意する。

②　タンク内の燃料が正しいかどうか、フューエルキャップを外し臭い等で確認する。

③　燃料の量を目視で確認する。燃料が正しく使用され、かつ不足している場合は補給する。完全に空にしてしまうと燃料系統にエアーが入るおそれがあるので、早い目に充てんする。確認後は正しくフューエルキャップを締める。

④　フューエルコックやホース類から燃料漏れがないか確認する。

⑤　フューエルフィルタの汚れやつまりを確認する。

図１－８　運転席の各装置の位置例

(a)　落下調整レバー

(b)　ミッションオイル給油プラグ

(c)　デフロックペダル

(d)　コントロールレバー

コ　ラジエータ

①　ラジエータリザーブタンクの冷却水（ＬＬＣロングライフクーラント）の量を確認する。

②　ラジエータキャップが正しく締まっているか確認する。ただし、エンジンが冷えている時以外は行わない。

③　ラジエータ本体やウォーターホース、ウォーターポンプから冷却水の漏れがないか確認する。

④　ラジエータ本体の目つまりや破損の有無を確認する。

⑤　防虫網が汚れていないか確認する。

サ　本体のオイル類

①　エンジンオイルの量と汚れをオイルレベルゲージで確認する。基本的には減らないので、減っている場合は、オイル漏れまたはオイル上がりを疑い、原因を確認する。オイル漏れの確認は、オイルパン底のドレンボルトからのオイル漏れやクランクケースからのオイルのにじみの有無の確認をする。基準値以下の場合は補給する。ただし、上限を超えて入れすぎないように注意する。汚れがひどい場合はオイル交換を行う。

②　ミッションオイルの量及び漏れを確認する。（図１－８，９）

③　前車軸左・右ケースオイルの量及び漏れを確認する。（図１－10）

図１－９　ミッションオイル給油プラグ

図１－10　前車軸右ケースオイル給油プラグ

シ　作業機のオイル類

①　ギヤーケースオイル（サイドドライブ仕様車）の量と漏れを確認する。（図１－11）

②　チェーンケースオイル（サイドドライブ仕様車）

の量と漏れを確認する。(図１－12)

③　ロータリーケースオイル(センタードライブ仕様車)の量と漏れを確認する。

④　作業機昇降油圧装置のピストン部及びオイルホースからのオイル漏れを確認する。

ス　Ｖベルト(補器駆動ベルト)

①　トラクタの補器(オルタネーター･ウォーターポンプ･ラジエータファンなど)やトレーラの駆動系などいろいろな場所で使用されているＶベルトの亀裂の有無を確認する。

②　遊びの調整をする。緩すぎも張りすぎもよくない。通常プーリーとプーリーの中間を約10kg 程度の力で押して遊びは通常約７～10㎜である。

セ　バッテリー

①　電極部分の取付状態や汚れを確認する。

②　バッテリー電解液の液量や液漏れを調べる。不足している場合は、精製水(または蒸留水)を上限レベルまで補給する。

③　電圧を確認する。低い場合は充電する。その際、バッテリーのターミナルはマイナス側から外す。取り付けはその逆。誤るとショートする可能性があり危険なので注意する。充電中は蓋を外し、火気に注意する。また、電解液が誤って目に入らないように細心の注意を払う。

図１－11　ギヤーケースオイル給油プラグ

図１－12　チェーンケースオイル給油プラグ

ソ　エアークリーナー

①　エアークリーナーの汚れ、つまりを確認する。これは定期点検項目で必ずしも毎回行う必要はないが、粉塵の中で作業をした場合など、特殊な条件で作業した場合は必ず行う。

②　エアークリーナーは乾式と湿式があり、乾式の場合はエアーコンプレッサーで掃除する。その際圧力が強すぎると破損するので注意する。湿式の場合は、クリーニングできないので交換する。

タ　各軸受部・取り付け部

①　グリースオイルの給油状態を確認する。特に、泥水内での作業後等はグリスアップをする。

②　ボルト・ナット類による締め付け部が緩んでいないか確認する。

チ　作業機

①　ロータリの爪のがたつきの確認をする。締め付け部が緩んでいる場合は、適切なトルクで増し締めする。

②　ユニバーサルジョイントのロックピンが正常に取り付けられているか確認する。

ツ　エンジンを始動して(停車または徐行運転)

①　トラクタメーター内の各計器の動作確認をする。水温計・燃料計・タコメーター(エ

ンジン回転計)・スピードメーター(速度計)・換算時間計・イージーチェッカ(バッテリーチャージ警告灯・エンジンオイル油圧警告灯・グローランプ)など。

② 排気ガスの色を確認する。

③ エンジンの異常音を確認する。

④ ブレーキの効き具合、左右ブレーキが片効きになっていないか確認する。

⑤ クラッチの繋がり具合を確認する。

⑥ ハンドリングを確認する。

⑦ コントロールレバー(ポジションレバー)による油圧昇降装置による作業機の動きを確認する。

(4) 作業後の点検

ア 洗浄

① 作業後は細部まで丁寧に水洗いし、泥や汚れを落としておく。特に泥が付いたまま格納すると、錆が発生しやすく故障の原因につながる。また、格納庫に泥を上げてしまい、機械のオイル漏れ等の発見が遅れて事故の原因となってしまう。

② 洗浄する時は、エンジンは停止させておく。やむを得ずエンジンをかけたままで洗浄する場合は、エアークリーナーの吸入口から水が入らないようにする注意する。また、エンジンがかかっている状態では突然駆動して回転しだすと大事故につながるのでロータリーの洗浄は行わない。

③ 作業機を上げてロータリーを洗浄や点検をする場合は、エンジンを停止し、落下調整レバーで油圧をロックし(図１－８，13)、コントロールレバー(図１－８)を下げる方向に動かしても作業機が落下しないことを確認する。さらに、作業機にリジッドラック(ウマ、ジャッキスタンド)(図１－14)などを掛けるようにして､万が一油圧ロックが解除されても作業機が落下して事故が起きないようする。リジッドラックをブロックや木材等で代用する場合は特に崩壊に注意する。また作業は、万が一リジッドラックなどが崩壊して作業機が落下しても挟まれないように､本体と作業機の間や、作業機の下には入らないようにして細心の注意を払いながら行う。

図１－13 落下調整レバー

イ 点検

① 洗浄後各部を点検する。

作業機を上げて行う点検の注意点は、上記洗浄③に同じ。

② 適宜グリスアップやコーティングなどの防錆対策を行う。

③ 点検整備を行った内容などを運転記録簿に記録する。

図１－14 リジッドラック
(ウマ、ジャッキスタンド)

ウ　燃料充てん

①　引火の危険があるため、エンジンをかけたままの状態で給油をしない(図１－15)。

②　エンジンを切った後でもすぐには行わず、エンジンが十分に冷却してから給油するようにする。

図１－15　警告表示[1]

エ　格納

①　火災事故を防ぐため、一時的であってもエンジンやマフラーが熱い時は、燃えやすい乾いた草やわらなどの可燃物が堆積した場所に駐停車してはいけない。

②　平坦で安定した場所で、駐車ブレーキをかけ、ＰＴＯ(パワー・テイク・オフ)は中立、作業機は外すか地面にゆっくりとぎりぎりに軽く下した状態にして、さらに油圧をロックしておく。そして、変速レバーを中立にして、エンジンを停止する。

③　エンジン停止後は、主変速を後進、副変速[2]を１速にして、クラッチをつなぎ、後輪の前後に輪留めをする(図１－16)。

④　シートをかける場合は、引火のおそれがあるため、十分にエンジンやマフラーが冷えているのを確認してからにする。

図１－16　変速操作レバー

注 1.　表示ラベルは注意事項を守らないと、死亡または重傷を負う危険性があるものを[警告]、けがをおうおそれのあるものを[注意]で示し、貼り付け位置まで厳密に指定されている。

注 2.　主変速・副変速の仕様は製造メーカや機種によって異なる場合がある。

(5) 定期的な点検整備

通常の運転前点検だけでは確認することができないことも、定期的に時間をかけて細部まで点検することで、故障を未然に防ぐことができる。同様に、定められた期間内に、消耗品を交換して機械を保守することで、故障を防ぎ、事故の防止につながる。

通常の運転前点検内容に加えて、交換が必要な消耗品と点検整備について次に示す。各消耗品の交換時期や点検整備内容についてはそれぞれ異なるため、あらかじめ取扱説明書に示す内容を把握しておく。

点検整備を行うに当たっての注意点は、運転前点検に同じであるが、加えてジャッキアップを行う際は、ジャッキを指定された正しいジャッキアップポイントに当てリフト後は完全に油圧をロックし、車輌及びジャッキの固定をより徹底し、さらに万が一ジャッキが崩れた時に車体が落下しないようにリジットラックをサイド両側に掛けて、車輌下にもぐった時の生存スペースを必ず確保し、落下事故が起きないよう細心の注意を払う。

ア　オイル交換

①　エンジンオイル、ミッションオイル、デファレンシャルギアオイル、前車軸ケースオイル、オートマチックフルード(ＡＴＦ)、ブレーキフルード(ブレーキオイル)、作業機のオイル類(ギアーケースオイル・チェーンケースオイル・ロータリケースオイル)

② 交換及び点検時に一度外したパッキン類は新品に交換する。同じく外したボルト類は洗浄し点検する。消耗している場合はトルク管理が出来ないため新品と交換する。

③ ブレーキフルード交換時はエアー抜きを十分に行う。不完全だとブレーキが効かなくなり事故に直結するので特に注意する。

イ フィルター類の交換

エアークリーナエレメント、エンジンオイルエレメント、油圧オイルフィルタ、燃料フィルタ(フューエルコック、燃料タンク)

ウ ジョイント部の消耗品の交換

オイルシール類、Oリング類、ブッシュ類、ベアリング類

エ ベルト類の交換及び調整

ファンベルト、タイミングベルト、補器駆動ベルト

オ 作業機(アタッチメント)の交換

ロータリ爪、ゴムカバーなど

カ その他消耗品の交換

① ブレーキパッド、ブレーキシュー、冷却水(ロングライフクーラントＬＬＣ)、ウォーターホース、ブレーキホース、ラジエータキャップ、バッテリー、タイヤ、フューズ、各種ワイヤー・コード類、締め付けバンド、ピン、クリップ、ボルト・ナット、ゴムブーツ類など

② ＬＬＣ交換時はエアー抜きを十分に行う。不完全だとエンジンのオーバーヒートの原因となり事故につながるので注意する。

キ グリスアップ

取扱説明書に定められ各作動部分への注油、グリスアップ

ク ホイルアライメント調整

トーやキャンバーの調整、ホイルバランスの調整、ステアリング系パーツの確認

ケ エンジン調整

コ 排気管点検

各部品、触媒の劣化による排気漏れ、排気音の異常、排気ガスの異常を確認

サ 洗浄

エンジンルーム全般、油圧ストレーナ、エアークリーナー、ラジエータリザーブタンク内、ラジエータ内、燃料タンク

４ 農業機械の運転・操作

安全に機械の運転操作を行う第一の基本は､整備作業と同じく､正しい作業服の着用である。基本的に整備作業時と同じく、災害防止と作業性向上の観点からその必要性を、生徒に十分に理解させる。

(1) 乗用トラクタ

先に述べたように、農作業死亡事故の中で最も多いのが乗用トラクタによる事故で、そのほとんどが、横転をして運転者が機体の下敷きになる事故である。実に全農作業死亡事故約400件／年のうち約100件である。次いで、ロータリなど回転部への巻き込み事故で約12件、その他全て合計で約140件である。これだけ多岐にわたる農業分野において、乗用トラクタ

の転落転倒死亡事故だけで約４分の１を占めるというのはいかに危険度が高いかが分かる。だからこそこの事故を未然に防ぐ対策がいかに重要であるかが分かる。このことから、最近は転倒時に運転者を守るための安全キャブ・安全フレームを装着しないとトラクタの検査に合格しない制度になった。しかし、学校現場では安全フレームを装着していない古い機種が多く存在する。そのような車輌で生徒の運転実習は行ってはいけない。

図１－17　安全フレームを装着した乗用トラクタ

そして､運転中は必ず安全フレームを立て､確実に固定しなければならない(図１－17,18)。また、いくら安全フレームを正しく使用していても、万全ではなく死亡事故はおきている。安全フレームは転倒時に運転席に生存スペースを確保するためのものであるが、それは運転者が放り出されず運転席位置にとどまってこそその威力を発揮するものである。そのためにも、シートベルトは必ず装着する(図１－19)。

図１－18　警告表示

図１－19　警告表示

ここでは乗用トラクタの注意すべき特性と、一般農業従事者の重大な事故例を取り上げて、その要因と学校での実習に生かせる対策について述べる。

ア　特性

乗用トラクタは、作業性を重視して、大型径の駆動輪を用いた高重心、ショートホイールベースとショートドレッド及び前輪の大きな舵角による高い旋回性・操作性を求めた構造をしている。しかし、狭い車輪幅と高い重心により、極端に走行安定性には欠ける。前後にもそうだが、特に左右には不安定であり、事故を防ぐためにこれらの特性を理解していくことが大切である。現に前後左右への転倒事故が後を絶たない。

また、乗用トラクタは、ロータリだけでなく、プラウやロールベーラー、モアや噴霧器など様々な作業機を付け替えて作業できる利点があるが、逆に取り付ける作業機によって重量や大きさも異なり、本体の操縦性は大きくその影響を受ける。最も多く使用されるのがロータリだが､装着するとトラクタ本体幅より大きく､周囲への引っ掛かりに注意する。また、後部の荷重が大きくなっていることに注意する。そして、ロータリの上下の位置でも大きく重心が変わる(上にあげていると重心は後ろに移行する)ことにも注意する。

そして、乗用トラクタ特有の操作である片輪ブレーキは、左右後輪を別々に制動させるもので、効かせると前輪舵角にたよらない旋回を可能にし、ロックするまで効かせるとその場での小旋回を可能にする｡ハンドル操作とアクセル(レバー)操作とともに駆使すれば､極低速域なら悪路でも車体を操ることが可能である。しかし、高速走行中の片輪制動は急

旋回による転倒の危険があるので決して行わないように注意する。

またデフロック機能は、悪路での片輪の空転を防ぎスリップやスタックを防ぐときに操作する。しかし、ハンドル操作による旋回能力が極端に低下するので、移動時などでは曲がることができず事故を起こす可能性があるので、必要な時以外は操作しないように注意する。

イ　主な死亡事故例とその対策

(ｱ) 斜面で作業中に転倒、車体の下敷きになる

水田から畝に出るときや圃場から段差を超える場合などである。また、脱輪して片輪が溝にはまった場合や、斜面を走行する場合も同じ挙動を示す。通常、乗用トラクタは最大傾斜限界角を35度前後に製造されているが、実際には15～20度程度で事故は発生している。安全確保のため必ず次の点を厳守する。

① あゆみ板(はしご)を使って段差地を移動する(図１－20)。この場合、あゆみ板の設置角度は必ず15度以下になるようにする。目安は、段差(高さ)があゆみ板の長さの約４分の１以下である。

図１－20　あゆみ板
(15°以下で使用)

② やむを得ずトラクタで直接段差を超える場合は、必ず直角に出入りする。少し角度が斜めになるだけで、トラクタはとても転倒しやすくなるので注意が必要である。

③ 上記①②どちらの場合でも、トラクタは後部が重いため、必ず下るときは前進、上るときは後進で移動する。この向きを間違うと、たとえ直角でも転倒しやすくなる。

④ 上記②を試みたがタイヤがスリップして車体が傾いたり、溝に脱輪して車体が傾いた場合、車体が不安定になり転倒の危険を回避しようと、心理的に転がり落ちる下(谷)側ではなく、逆の上(山)側に逃れたくなる。しかし、山側に旋回しようとすると転倒のおそれがあるので注意する。この場合。車体が傾いている谷側に慎重に斜面に対して直角に下向きになるように旋回する(図１－21)。そして安全なルートを見極め、直角を保ち慎重に前進して下へ降りる、または後進で上へのぼり、安全な場所まで移動する。

図１－21　溝に脱輪して約20°傾いた状態

(ｲ) 直線道路で高速移動中に誤って片輪ブレーキだけをかけてしまい横転、下敷きになる

これは、圃場で小旋回時にブレーキの連結金具(ストッパー)を外していたのを、作業

が終わった後も戻し忘れたことが原因である(図１－22，23)。直進中に片輪だけが制動したら、スピン状態になってトラクタは簡単に横転してしまうのである。対策は、この事例を踏まえて、戻し忘れをしないこと。もう一つは、移動中の速度を抑えることである。速度の２乗に比例してダメージは大きくなることを、このケースに限らず、全てに当てはまることとして捉えて安全運転に心がけることが大切である。

図１－22　連結金具を外した状態

　また、圃場作業中での戻し忘れとして、デフロックがあげられる(図１－８，24)。ぬかるんだ圃場でデフロックをして作業し、その後解除せずに道路を走行すると、ハンドル操作ができなくなり非常に危険である。

図１－23　警告表示

(ｳ) ぬかるみから脱出を試みたときに後方転倒し、下敷きになる

　畑だけでなく水田でもこの事故は発生している。水田の場合は溺死の危険度も増してさらに危険である。

　後輪がぬかるみにはまりめり込んだ状態は、まさに段差の乗り越えと同じ状況にあることを認識しなければならない。勢いよく一気に前進で抜け出そうとアクセルを強く踏んだ時に急に駆動すると前輪が持ち上がり簡単に後方転倒してしまうのである。対策は、デフロックを正しく使い、速度は勢いをつけるのでなく低速で、後進で抜け出す。それでも脱出不可能な場合は、無理をせず他車にウィンチまたは牽引してもらう。その際は、正しい位置で牽引し、速度は超低速で行う。

図１－24　デフロックペダル

ウ　重大事故例とその対策及び注意点

(ｱ) ロータリに絡まった草を除去中に、突然ロータリが回転し腕が巻き込まれた

　原因は、少しだからとエンジンを掛けたままにしていたことである。ＰＴＯ耕うん変速を中立にしていても、突然ギアがかんでロータリが回転することがあるので、必ずエンジンを切ってから作業を行う(図１－25)。その際、作業機の下には入らないようにする。

図１－25　警告表示

(ｲ) エンジンを切って畝立機を取付中に、突然作業機が落下して下敷きになった

　原因は、落下調整レバーで油圧をロックしていなかったためである(図１－26)。油圧ロックをしていないと、作業機自らの重みで油圧は抜けていくものである。また、万が一に備えて、作業機の両サイドにウマなどを掛けておくことを怠っていなければ事故は防げたと言える。

(ｳ) ロータリを上げて小旋回中、誤って周囲の人と接触してロータリに巻き込んだ

原因は、ロータリを上げたときに、横着をしてＰＴＯ耕うん変速を中立にしなかったことと、周囲への安全確認不足である。ロータリは耕うん作業中以外は、小旋回に限らず移動中も含め常に中立にして回転させない。また、中立にしたときも、完全に回転が停止してから、小旋回などの次の運転をおこなうよう注意する。

図１－26　警告表示

(ｴ) その他事故を防ぐために特に注意をする事項

① 正しい服装で運転する。ヘルメット、手袋を着用し、シートベルトを装着する。圃場での作業中、靴底に泥がついてペダル操作で滑らないように注意する。

② 巻き込まれによる死傷事故を防ぐために、ユニバーサルジョイント、ＰＴＯ回転軸には作動中は決して近づかない。また、作業機を使用しない時はＰＴＯ軸キャップを装着する。

③ 転倒による死傷事故を防ぐために、けん引は、けん引ヒッチを使用して、車軸やトップリングブラケット等で行わないこと。

④ トラクタが突然動き出すおそれがあるため､地上に立ってエンジンを始動しない。必ず、シートに座り、各変速機の中立を確認し、ブレーキをかけて、クラッチを切り、周囲の安全確認と周囲に合図をしてからエンジンを始動する。

⑤ 運転席以外に乗らない、乗せない。特に作業機に乗ったり、乗せたりしない。また、器具等も積まない。誤ってレバーに当たって誤作動が起こり、作業機に挟まれたり、荷崩れによる事故が起こる危険がある。

⑥ 一般走行をするために作られた乗用車と比べると、乗用トラクタは走行安定性やハンドリング、ブレーキング性能が極端に悪いことを常に認識し、直進も旋回も十分に速度を落とし、制動も余裕をもって行う。また、下り坂ではエンジンブレーキを有効に利用する。クラッチを切ると極端に不安定になる。

⑦ 運転実習では、前後に安全確認の誘導係りを必ず付ける。

エ　心得

乗用トラクタに限らず全ての農業機械に当てはまることだが、ここで取り上げた事故例が起こる原因の一つは、単純に運転技術や判断力の未熟、事故防止のための危険予知に関する知識や技術の欠如である。さらに、初心者から少し上達した時に、良い意味の緊張感が無くなり、まだまだ未熟にもかかわらず無謀な運転をしてしまい事故を起こす場合が少なくない。また、他の要因として、ベテランであっても長時間の作業後で疲労がたまり集中力が途切れたとき、何か別の考え事をしているとき、ふとした一瞬に集中力が途切れたときなどがある。

いずれの場合も、常に最も危険な機械を扱っているという意識を常に持ち、緊張感と集中力を保つことが大切である。その中で安全に対して自己啓発を怠らないことである。もちろん無理なくそのことが実行できるような実習計画も含めた教育計画をたてて実践していくことが大切である。

(2) 歩行用トラクタ

耕うん機やガーデントラクタとも呼ばれている。先に述べたように、農業機械死亡事故の内訳は、農業機械関係死亡事故約 300 件／年の中で、機種別では、乗用トラクタの約 140 件に次いで約60件でワースト２位である。原因別では、乗用トラクタの転倒・転落が約 100 件、回転部への巻き込まれが約12件。歩行型トラクタでは、最も多いのが挟まれ事故で約30件、次いで回転部への巻き込まれが約10件、転倒・転落が約７件。歩行型トラクタの挟まれ事故は、原因別全農業機械事故の中で、乗用トラクタの転倒・転落についてワースト２位で約10分の１を占める。農業機械の死亡事故でこの２種類が大きく突出している。逆にこれだけ原因が特定されているのであるから、それに対しての対策を講じることが大切である。

ここでは歩行型トラクタの注意すべき特性と、一般農業従事者の重大な事故例を取り上げて、その要因と学校での実習に生かせる対策について述べる。

ア　特性

歩行型トラクタは、車輪は駆動輪の２輪のみで、ロータリなどの作業機は、人がハンドル操作で上下させる。簡単に言えばロータリ耕うん時は人力で押さえこみ深さを調整し、旋回はハンドルを操作し自らが一緒に曲がるといった具合で、乗用トラクタに比べると、人力で操るウエイトが非常に高い。うまく操作すれば思うように機械を操れるが、反面操作をミスしたり、コントロール不能に陥ったときなどは、直接人に影響があるので注意が必要である。

図１－27　歩行型トラクタ
超小型(左)と小型(右)

歩行型トラクタは、大きさは超小型のものから大型のものまで様々である。通常ロータリは車輪より後部に位置するが､超小型のものでは前部に位置するものもある(図１－27)。

小型機種は通常ガソリンエンジンである。大型機種は、乗用トラクタと同じディーゼルエンジンである。馬力は大きいが車体前部に搭載されたエンジン部がかなり重たくなる。これが操作にも影響する。小型のものは人力で操作できるほど軽量なので、クラッチは一つだが、大型機種では、両輪を同時につなぐ走行クラッチだけでなく、左右の車輪を別々に操作するサイドクラッチがついている(図１－28)。これが歩行型トラクタの最大の特徴の一つである。このことにより、乗用トラクタの片輪ブレーキと同じような操縦が可能となり、ハンドルに頼らない旋回が可能となり、完全に駆動を切るとその場での超小旋回も可能となる。しかし、注意しておかなければならないのは、片輪ブレーキは駆動がかかったままブレーキで

図１－28　大型の歩行型トラクタ

片輪を制御しているのに対して、サイドクラッチは駆動を切って片輪を制御している点である。これらの特性を十分に理解しておく必要がある。具体的には、片輪ブレーキの場合は、駆動と慣性のどちらが勝っても操縦性に違いはなく、ブレーキを掛けた方向に旋回する。対してサイドクラッチの場合は、駆動が慣性を勝る平地や登り坂での走行の場合は、クラッチを切った方向に旋回する。しかし、慣性が勝る下り坂での走行の場合、クラッチを切った反対側に旋回する。これらの操作に関する技術は十分に習得していないと大きな事故につながるので危険である。

また、歩行型トラクタはロータリ耕うん時に圃場にロータリが沈むように、前進すると前側が上がって後ろ側が下がるような構造をしている(後輪駆動の車やチェーン駆動の２輪車と同じ)。逆に、後進をする時は、後ろ側が上がる。特に前側が重たいため後ろの跳ね上がりはより大きいので注意が必要である。ハンドル操作ができない程跳ね上がると車体をコントロール不能になり、非常に危険である。現に、これが原因の事故が最も多いので細心の注意が必要である。

イ　主な重大事故例とその対策及び注意点

(ｱ) ビニールハウス内で耕うん中、バック時にハンドルが跳ね上がり、ハウスの支柱との間に挟まれ胸部圧迫

歩行型トラクタのほとんどは、このバック時のハンドルは跳ね上がりによる挟まれ事故と言っても過言ではない。死亡に至らなくても重傷事故もこの場合が多い。乗用トラクタに比べて小型で小回りがきくため、狭い圃場やその端側、ハウス内といった場所で作業することが多い。広い場所では跳ね上げられて転倒負傷で済んでも、これらの狭所では支柱や壁、樹木などが存在するので、挟まれ事故が起こる。

対策は、後方の安全確認、後進ギアで走行クラッチつなぐときのエンジン回転数を落とし、つながってからハンドルの跳ね上がりに注意しながら回転数を上げる。そして、いつでもクラッチを切れる状態で運転する。

(ｲ) 圃場を耕うん中、突然ダッシュ(加速)して横転

硬い地面や石などロータリが当たって起こる現象で、乗用トラクタの場合と同じである。ただ、軽量な歩行型トラクタの方が、ダッシュは起こりやすい。特に小型になるほど起こりやすいので注意する。対策は、常にダッシュが起こることを想定しながら運転し、加速時にすぐに走行クラッチが切れるようにしておく。

(ｳ) 手動でディーゼルエンジンの始動中に、キックバックで右肩片を負傷

歩行型トラクタ(耕うん機)に用いられるセルモーターを持たない小型の汎用ディーゼルエンジンでは、デコンプレッション機構(略してデコンプ)を作動させながら、始動用クランクハンドルを時計回りに回して、フライホイールに十分な慣性モーメントを与えたあと、デコンプ機構を解除するとエンジンが始動

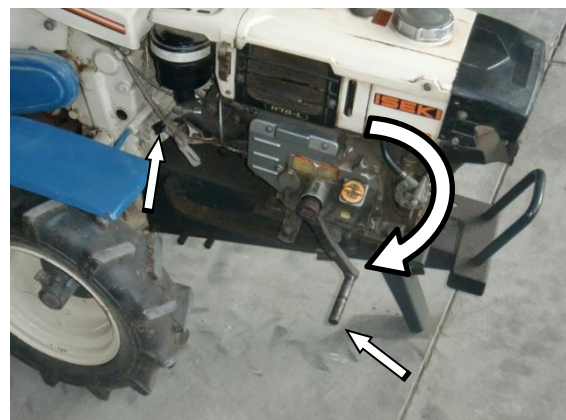



図１－29　耕うん機のデコンプレバー(左)とクランクハンドル(右)

する(図１－29)。このクランクハンドルを回転させるのは成人男性でもかなりの力がいる。回転が不十分であったり、デコンプ解除のタイミングがずれると、キックバックでハンドルが飛ばされるほどの衝撃を受けて腕を負傷する。もしくは、エンジンが逆回転してしまうこともある。対策は、十分な回転力を得ることと、ハンドルがちょうど力の一番かかる３時から６時ぐらいのところで正確にデコンプを解除することである。また、キーをオフにしてもエンジンが切れない機種のディーゼルエンジンは、デコンプを作動させてエンジン内の圧力を抜いてエンジン停止させる。

(3) トレーラ

農業用運搬車、テーラーとも呼ばれ、高等学校の実習においても、使用頻度は最も高い。農用運搬車として、トレーラ以外に農用のトラックも含めた農業機械死亡事故の内訳は、約300 件／年の中で、機種別では、乗用トラクタの 140 件、歩行型トラクタの約60件に次いで約50件でワースト３位である。原因別では、乗用トラクタの転倒・転落が約 100 件、歩行型トラクタの挟まれ事故が約30件、次いで運搬車の転倒・転落が約20件でワースト３位。これは運搬車の中では最も多く約４割を占め、次いでひかれ事故が約10件で約２割を占める。トラクタにはない事故としてひかれ事故が突出しているのが特徴である。歩行型トラクタに匹敵するほどの事故件数と高等学校での使用頻度が一番高いことを考えると、実習としては最も気をつけなければならない機械の中の一つであると言える。

図１－30　乗用型運搬車

図１－31　歩行・乗用兼用型

ここではトレーラの注意すべき特性と、一般農業従事者の重大な事故例を取り上げて、その要因と学校での実習に生かせる対策について述べる。

ア　特性

乗り降りが楽で、圃場でも小回りがきき、農作物や資材を大量に運搬できるため広く利用されている。原動機付の運搬車のことで、大別すると車輪式とクローラ式があり、それぞれに歩行型、歩行・乗用兼用型、乗用型の３種類に分類できる。学校で多い機種は、車輪式の歩行・乗用兼用型と乗用型である。

図１－32　ダンプ機能付トレーラ

乗用型とは運転席(図 1－30)が装備されているもので、エンジンカバー部を座席代わりに使用(図１－31)するのは兼用タイプである。またダンプ機能付きの荷台(図１－32)もあり、車輪式は３輪、４輪(２・４輪駆動)と多様で、それぞれの特徴を理解することがまず大切である。

共通していることは、トレーラは小型であるため、荷物を積載すると操縦性が悪化することである。例えば歩行・乗用兼用のある機種は、本体重量約 300 kgに対して最大積載量

約 500 kgである。積載時のハンドリング、ブレーキングなどが急激に悪化したり、空荷で走行できた狭路や悪路の往路も、荷積みでの復路でいきなりスリップ、転倒といった事故が起こりうるので注意が必要である。

また、歩行・乗用兼用タイプを乗用のように操作してはいけない。兼用タイプは、積載時は歩行が主で、歩行速度で運行し、空荷の時には人も乗れるという使い方をする。特に不安定な圃場や路面では、車から降りて手で押して使用するように取扱説明書にも書かれている。よって乗用のような使用法は構造上危険である。そして、積載時の操縦性の悪化を述べたが、乗用で空荷であってもそもそも一般の小型貨物車輌とは比べものにならない程度の動力性能であることを十分に把握して、操縦する必要がある。

イ　主な重大事故例とその対策及び注意点

(ｱ) 狭路の農道を運転中、誤って２m下の河川に転落、車体の下敷きになる

農道の路肩の幅員は 0.3～0.5mである。未舗装路の場合路肩は崩れやすく、特に路面が水分を含んでいる場合は危険である。重心が高いトラクタ同様に、トレーラも積載時は重心が高くなるため、一度傾くと一気に転落しやすくなるので注意する。対策は、斜面や悪路、路肩の走行は避けることである(図１－33)。まして未整備の支線農道や耕作道などの圃場内農道を走行する場合は特に注意が必要である。万が一走行が困難な道に進入してまった場合は、車輌から降りて歩行しながら低速で戻り、安全な別のルートを通る。

図１－33　農道での危険箇所例

(ｲ) 運搬車の荷台に乗っていて、急ブレーキ時に振り落とされる

対策は、荷台にはいかなる場合でも決して人を乗せない乗らないを徹底する。また、運転席であっても、運搬車は１人乗用に設計されているため、危険なので人は乗せない。そして、安全確認や安全速度を守り、急ブレーキをかけなくてもすむ運転をする。

(ｳ) 走行中に、荷崩れし、バランスを失い運搬車ごと転倒

対策は、正しい積み方を厳守する。土・砂利・堆肥などは最大積載量を守り安全勾配を保って積み込む。農器具や資材は、重心のバランスを考えて整えて積載し、ロープ等でしっかりと固定する。また、少ない往復で運搬を済まそうと考えず、事故をしないことを最優先に考え、余裕をもった積載を行う。また、前後に確認係りをつけて、運転者以外の目でも周囲の安全と荷崩れの様子を常に確認する。

(ｴ) 運搬車から降りてギアチェンジをしている時に、誤って動きだしひかれる

レバーの誤操作が原因である。集中が途切れた時にミスが発生する。しかも、簡単な操作であるからこそ、かえってミスが起きることも少なくない。操作を一つ間違えて大事故になれば取り返しがつかなくなるということを常に意識し集中力を保ち、また、操作時の指さし確認などの徹底や複数での確認、急に車輌が動いたときの対応などを常に想定しながら運転をする。

(オ) 一般道で自動車と衝突事故

公道は普通自動車免許または小型特殊免許等の所有者による保安基準に適合したナンバー付車輌しか運航できないので、高等学校の生徒が運転することはない。よって、運転は教職員が行うことになる(図１－34)。交通ルールとマナーを守り、運転操縦性の低い危険な車輌を運転しているという意識を常に持ち、速度・旋回・制動といった運転操作は十分すぎるぐらいの安全マージンをもって行うようにする。

図１－34　動物運搬専用車

(カ) 正しい服装、ヘルメット、手袋の着用

トレーラは、乗用トラクタのように安全フレームがないため、転倒時の事故はかえって危険な場合がある。そのためにも、事故時のけがを少しでも軽減するために、肌の露出をさけ、巻き込み防止の対策を行った服装、そして頭部保護のヘルメットは着用する。

(4) 刈払機

刈払機での死亡事故は約６件／年で、農業機械機種別ではワースト５位である。しかし、負傷事故に関しては、全体の約２割を占め、ワースト１位である。原因は刃による接触事故が約７割、石などの飛来物が約２割でこれらでほとんどを占めている。高等学校では、トレーラと並び、最も使用頻度の高い農業機械の一つである(図１－35)。

ここでは刈払機の注意すべき特性と、重大な事故例を取り上げて、その要因と対策について述べる。

図１－35　刈払機(Uハンドル)式

ア　服装

肌の露出をなくし、防護眼鏡(ゴーグル)、ヘルメットを着用する(図１－36)。刃で飛ばされた石が目に入ると、失明の危険がある。

図１－36　正しい服装例

図１－37　誤った服装例

イ　特性

(ア) 刃の違い

刈払機の刃は用途により数種類存在する。その特性を理解し正しく使用することは事故の防止につながる。

４枚刃、８枚刃は柔らかい草、チップソー刃は硬い草、石などが多い場所では紐式を使用する。最も多く使用されているのがチップソーであるが、小石などがヒットすると勢いよく飛来する。その時にチップも欠損して飛来する場合がある。紐式は、自分の方に一番飛来してきやすいのでより強固な防護服が必要である。

(ｲ) 振動

４サイクルに比べ２サイクルエンジンは振動が大きい。作業者の健康のために、共振回転数にならないよう気をつけ、長時間の連続使用を避ける。

(ｳ) 石の飛ぶ方向

誤って石などを刃で飛ばして負傷事故が起きないために次の点に注意する。

① 草丈が長いと石などが見えにくいため刃で当てやすい。一度の根元まで刈ろうとせずに、数回に分けて刈込む。

② 刈込む予定場所は、手前の左側から刈り始める。

③ ａ まずはじめは、刃は右から左へ動かし前進しながら左へ草を倒す。
このとき刃を左へ少し傾けてエッジを利かすと刈りやすい。

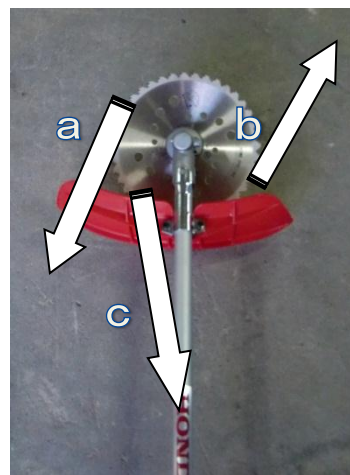
ｂ 次は刃を左から右へ倒し、始めに刈ったあとを二度刈りする。
このとき刃を右へ少し傾けてエッジを利かすと刈りやすい。

④ 石に当たった場合の飛び方(図１－38)

ａの場合、時計で言うと刃の10時の位置に当たり、８時の方向(左斜め後方)へ石が飛ぶ。この方向に人を近づけない。

ｂの場合、刃の４時の位置に当たり、２時の方向(右斜め前方)へ石が飛ぶ。この方向へ人を近づけない。

図１－38　石の飛ぶ方向

ｃ 後進しながら右から左へ刃を動かし草を右へ倒すと、草は刈りやすいが、刃の８時の位置に当たり、ちょうど作業者の方向(真後ろ)へ飛んでくるので最も危険である。保護カバーがあっても全ては防ぎきれないので、完全な防護服が必要になる。

ウ 主な重大事故例とその対策及び注意点

(ｱ) エンジン始動時に、急に刃が回転して横にいた人が接触して大けが

アクセルを開けすぎていると、始動後すぐに刃が回ってしまう。対策は、始動後アイドリング回転数ぐらいなるようにアクセルを開けすぎない。そして、何より周囲の安全確認を徹底する。

(ｲ) 近くで作業していた刈払機が跳ね飛ばした石が目に当たり失明

この事例は作業者の左後方３ｍにいた。対策は、周囲10ｍ以内には近づかないようにする。作業前に、石や空き缶などの危険物は出来るだけ取り除いておくこと。また、作業者は、石が飛来する方向を把握して、周囲の安全確認が確保できていない状態(人が危険範囲内にいる)では作業してはいけない。

(ｳ) 雑草を刈り取ったあと、地上２ｍ位の生垣の太い枝を切ろうとしたら弾かれてハンドルで顔面強打

チップソー刃では、細い枝なら切れるが、太い場合はキックバックが起こり、刃が弾かれる。この事例ではハンドルの強打で済んだが、刃が当たっていれば重大事故につながる。また、刈払機は、腰より下のものを切るように設計されているので、それより高い位置のものを切る行為は極めて危険である。

(ｴ) 刃に草が絡まったとき、機械をかついだままそのまま手で取ろうとしたら、刃が回転を始めて指が切れた

アクセルを戻していても、エンジンがかかったままで刃を触るのは、いつ刃が回転を始めるかわからないので極めて危険である。必ず、機械を地面におろし、エンジンを止めてから刃に絡まった草を取り除く。

第４節　農業薬剤

農業薬剤(以下「農薬」という)とは、農薬取締法では、「農作物(樹木及び農林産物を含む。以下「農作物等」という)を害する菌、線虫、ダニ、昆虫、ネズミその他の動植物又はウイルス(以下「病害虫」と総称する)の防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤(その薬剤を原料又は材料として使用した資材で当該防除に用いられるもののうち政令で定めるものを含む)及び農作物等の生理機能の増進又は抑制に用いられる植物成長調整剤、発芽抑制剤その他の薬剤をいう。」とされ、また農作物等の病害虫を防除するための「天敵」も農薬とみなす、とされている。

農薬を使用すると、少ない労力で病害虫や雑草から農作物を守り収量を向上させることができる。しかし、農薬は人が食べる作物に使用され、残留性もあり環境への影響も注意すべき毒性のある化学物質や生物であるため、誤った使用をしてしまうと作業者や環境に悪影響があるだけでなく、間接的にその農作物を食べた人にも悪影響が及ぶ。農薬使用中の事故が多発し社会問題化した昭和40年代に比べて現在は規制が強化され著しく事故は減少しているが､いまだに死亡事故が無くなったわけではない。

農薬使用者の安全性、農薬が使用された農作物を食べた場合の安全性、及び散布された農薬の環境に対する安全性を確保するためには、様々な法令を遵守しなければならない。そして、その使用方法についてはラベルに表示されている。安全に実習を行うには、これらの法令に定める基準を十分に理解し、農薬を正しく管理し、正しく使用しなければならない。そして、周辺環境への配慮にも細心の注意を払い、その毒性の危険度を十分に理解し、事故を未然に防ぐ対策を講じておかなければならない。そして、万が一中毒を起こした場合の応急処置が正しく行えるようにしておく必要がある。また、関係機関より公表されている登録農薬などの更新状況等を常に確認し、定期的に農薬関係の講習に参加するなど最新の情報の把握にも努める。

１　遵守義務

農薬の使用は､容器のラベルに記載してあること(図１－39,40)を守るのが基本であるが、特に食用農作物などに対して使用する場合は、農薬の残留が基準値以下となることを確実にするため下記の事項の遵守義務があり、違反した場合には罰則が設けられている。

①　その農薬に適用がない作物には使用しない。

②　定められた使用量または濃度を超えて使用しない。

③　定められた使用時期を守る。

④　定められた総使用回数以内で使用する。

図１－39　ラベルの記載例１

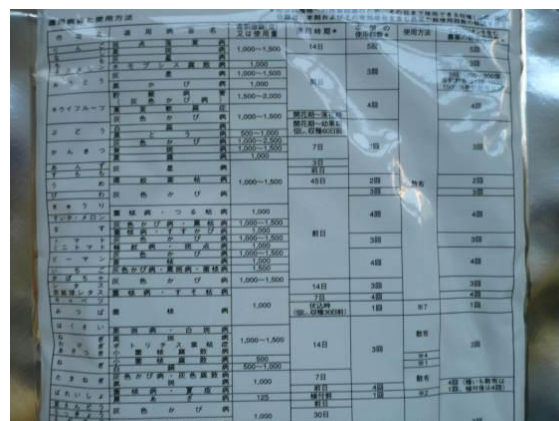



図１－40　ラベルの記載例２

２　努力義務

社会的要請が強い事柄について、さらに下記の事項が努力義務として設けられている。

①　有効期限切れ農薬を使用しない。

②　農薬を使用した年月日や場所、農作物名、農薬の種類・名称や使用量・希釈倍数を記帳する。

③　住宅地周辺での散布で、農薬が飛散しないようにする。

④　水田で使用する農薬の止水期間を守る。

３　ポジティブリスト制度

平成15年の食品衛生法改正に基づき、食品中に残留する農薬、飼料添加物及び動物医薬品(農薬等)について、一定の量を超えて農薬等が残留する食品の販売等を原則禁止するという、従来の規制を強化した制度(ポジティブリスト制度)が、平成18年より施行されている。

これは、従来は、原則規制がない状態で、規制するものをリスト化(ネガティブリスト)するのに対し､原則全てを禁止した状態で､残留を認めるものについてリスト化(ポジティブリスト)するものである。

４　購入上の注意

農薬は、農薬取締法に基づいて登録された登録農薬を農薬使用基準を守り、正しく使用した場合の安全性は保証されている。したがって、農薬は、良く効く、安いからといって勧められても、農薬登録のないもの、使用する農作物に適用のないものは絶対に使用してはならない。

農薬の購入にあたっては、正しい手続きを守って、使用に必要な量だけ購入し、できるだけ買置きなどを控えるようにする。予約注文などをする場合にも、保管・管理の行き届く最小量を予約し、さらに不足して必要なときは、その都度購入する。一度に大量の農薬を購入した場合、使用されずに、有効期限切れとなることがある。

また、農薬は、長い間、直射日光に当てたまま放置したり、貯蔵したりしておくと、分解して効果が低下するだけでなく、分解物が薬害を起こす原因になることもある。農薬は、使用のつど、有効期限を確かめて、有効期限内に使い切るように購入するのが原則である。

毒物・劇物などの農薬の受け渡しには、法令を守り、毒物・劇物の譲り受け証にはそのつど印鑑を押すなど、関係する法令を守ることが必要である。

農薬は、使用期限切れや不要になったもの、また使用廃液などが生じた場合に、関係法令を遵守して適正な処理を行わなくてはならない。したがって、あらかじめ処理のことを考慮して購入の際に、府の関係機関やＪＡと相談することも必要である。

５　薬剤散布前の注意

①　散布された農薬の飛散により、水源地、河川、湖沼、海域等が汚染されることのないよう、地域の実情を十分考慮した散布計画をたてる。

②　民家、畜舎、採草地、養魚池等の近くで薬剤散布をするときは、人畜や魚介類等に影響が及ばないよう十分な対策を講じる。

③　薬剤を取り扱う前にラベルの表示事項を必ず読み、適用登録された作物・病気・害虫および雑草であることを確かめる。

④　防除器具、作業衣等の点検を十分に行う。

⑤　睡眠不足、病後、皮膚病等、健康状態を確認し、異常のある者は作業しない。

⑥　薬剤散布直後の圃場へ立ち入らないですむように、除草や施肥等の管理作業はあらかじめ終えておく。特に、温室、ハウス等の施設内防除では注意する。

⑦　作業に関係ない者が現場に近寄らないように処置を講じておく。

6　薬剤調整時の注意

①　散布液の調整を行う教職員は、農薬に関する知識を熟知しておかなければならない(石灰硫黄合剤と他の薬剤を混合するときは、硫化水素が発生することがある)。

②　必ずゴム手袋、メガネ、マスクをして皮膚の露出部分をできるだけ少なくし、薬液が飛散しても直接肌にふれることのないようにして行う。

③　薬液を計るときは、瓶の周囲に薬液がつかないように注意し、計り終わったら１回ごとに必ず栓をしておく。もし瓶の周囲に薬液がついたときは、布等でよくふき取り、十分な洗浄が必要である。その場合、汚れた布等は焼きすてるなど危険のないようにする。

④　薬液を水に混入するときは、水滴がはねかえらないように静かに入れる。

⑤　薬剤を入れた水は棒で攪拌し、手では攪拌しない。

⑥　薬液を道路などにこぼしたときは、直ちに、水で洗い流したりその部分の土を地中に埋めるなど、危険のないように処置する。

7　薬剤散布時の注意

①　散布作業に慣れてくると、取扱いが粗雑になり、油断や不注意による事故が起こり易いので、注意を怠らない。また、共同防除など組織的な防除作業では、事前打ち合わせを十分に行い、作業者がお互いに細心の注意を払いながら行う。

②　完全な服装で作業に当たり、薬剤による影響を少なくする。
　帽子、農薬用マスク、防護メガネ、ゴム手袋、長袖の上衣、長ズボン、ゴム長靴を着用する。なお、上衣、長ズボンは防水加工したものを用いるのが良い。

③　果樹園のように高い所へ薬剤を散布する場合は、防水加工した頭から肩まで覆うことのできる帽子と作業衣を着用する。

④　散布に当たっては、風向きを考え、常に身体が風上にくるようにして作業し、散布薬剤を直接浴びないように注意する。

⑤　作業は日中の暑いときを避けて、朝夕の比較的涼しい時間を選んで行い、同一人の長時間、連続散布は行わない。

⑥　休憩時や作業後に､食事をとるときには必ず手や顔を石けんでよく洗い､うがいをする。

⑦　作業中に頭痛、めまい、吐き気など、気分が悪くなり、身体の変調を感じたときは直ちに作業をやめる。

⑧　散布薬剤を浴びたときは、直ちに石けんで十分に洗い落とし、薬剤のついた衣服は取り替える。

8　薬剤散布後の注意

①　作業後は、手足はもちろん、全身を石けんでよく洗うとともに、眼を水洗し、作業期間

中は衣服を毎日取り替える。

② 使用残りの廃液が生じないように調整を行うとともに、散布に使用した器具及び容器を洗浄した水は、河川等に流さず、散布むらの調整、灌水等に使用する。

③ 農薬の空容器や空袋等の処理は、関係法令を遵守し、廃棄物処理業者に処理を委託する等適切に行う。

④ 使用残りの農薬を不正に廃棄したり、不要になった農薬を放置してはいけない。これらの使用しない不要な農薬や種子消毒等の農薬の廃液、また使用期限切れの農薬等の処理については関係法令を遵守して適正な処理を行わなければならない。これら農薬の処理については、府の関係機関やＪＡと相談・連携し、常に適正処理に努める。

⑤ 残留農薬に関する安全使用基準等において定められた使用の時期及び方法、その他の事項を遵守し、安全な農作物の出荷に万全を期する。

⑥ 水質汚濁の防止に関する安全使用基準、水産動物の被害の防止に関する安全使用基準及び水質汚濁性農薬の使用規制に関する都道府県知事の規則を遵守し、水田周辺の養魚池における淡水魚又は沿岸養殖魚介類の被害及び河川、水道水源等の汚染の防止等環境の保全に万全を期する。

⑦ めまいや頭痛が生じ、または気分が少しでも悪くなった場合には、医師の診察を受ける。

9　付近の住民等及び周辺環境への配慮

① 農薬を散布するときは、他人に迷惑をかけないように心がけることが大切である。

② 周辺住民、家畜、有用昆虫、魚介類、他の農作物などはもちろんのこと、周辺環境への悪影響がないよう十分気をつけて散布しなければならない。

③ 高性能防除機は農薬飛散の範囲が広いことから、その散布に当たっては特に注意する。

④ 学校近隣に対しては事前に十分に協議し、散布の実施については、散布前から散布後の一定期間、「農薬散布中」等の表示をする。

10　農薬の保管管理

① 薬剤は密閉して保管場所にしまう。

② 保管場所には必ず鍵をかけ、盗難や紛失を防止し、誤用のないようにする。

③ 保管場所は薬剤がもしも飛散したときでも、地下にしみ込んだり流れ出るおそれがなく、直射日光を避け、湿度が高くならない場所に設ける。

④ 毒物及び劇物農薬の保管場所には、その旨を表示する。

⑤ 薬剤を間違いの起こり易い飲食物の容器や、他の容器に入れたり、移し替えたりしない。

⑥ 塩素酸塩剤等の発火のおそれのある薬剤の保管及び取扱いは特に注意する。

11　農薬による中毒の応急処置法

農薬の使用に当たっては、その毒性に十分注意し、事故のないように気をつけるべきであるが、万一農薬によって中毒を起こした場合は、まず、すべての薬物中毒に共通する応急手当を行い、すみやかに医師に連絡し診察してもらう。

医師に連絡する場合には中毒を起こした人の年令、どういう農薬を飲んだのか、吸入したのか、眼に入ったのかというようなことと、どのような症状なのかを明確に知らせることが大切である。

⑴ 診察を受けるまでの応急処置

ア　口からの中毒の場合

直ちに胃を洗う。コップ２～３杯の水を飲み、指かスプーンの柄でノドの奥をおして吐く。吐いた液がきれいになり、薬の臭いがとれるまで繰り返す。

イ　皮膚からの中毒の場合

着衣を脱ぎ、皮膚を水または石けんでよく洗う。とくにＥＰＮのような有機リン系農薬はアルカリにあうと分解しやすいので、石けんを使うほうがよい。

ウ　吸入による中毒の場合

静かに、空気のきれいな日陰に運び、衣服をゆるめて、呼吸を楽にさせる。なるべく歩かせないようにする。

エ　皮膚の障害

皮膚に炎症がおきたら、すぐに水でよく洗う。

オ　眼の障害

眼がかゆく、ゴロゴロするときは、すみかに水道の蛇口を利用するなど流水でよく洗う。

⑵ 医師のところへ連れて行く場合

医師のところへ連れて行く場合は、患者の体力を消耗させないように、担架などに乗せて運ぶ。

第５節　野外活動

日頃から常に維持管理をしている農場と異なり、野外活動の場は学校の農場とは比べものにならないほど規模も大きく、その生態系も多様で複雑で、季節や天候などの自然条件の違いによる変化も大きい。だからこそ、野外活動での自然観察や現地調査などは、野外教育や環境教育において大きな効果を上げることができるが、その反面、思いも掛けない事故にあう危険がある。事故を未然に防ぎ被害を最小限に抑えるため、下見による現地踏査を徹底し、人に危害を及ぼす動植物の対応や野外でのいろいろな安全対策について熟知しておかなければならない。そして、常に変化する自然や生徒の状況を正確に把握し、現場での臨機応変で的確な判断とそれらを支える知識や技能及び経験が求められる。

１　事故を未然に防ぐための対策

(1) 現地の事前踏査、下見

季節による違いはもちろん、同時期でも天候や諸条件により自然環境は常に変化するため、現地踏査は複数回行い、最新の情報を収集する。そして、事前打ち合わせを十分に行う。

ア　危険箇所の確認、情報収集

(ｱ) 横転事故

滑りやすい濡れた路面、湿った落ち葉や地衣類、倒木、ぬかるみ、斜面など。

(ｲ) 転落事故

崩れやすい路肩、沼や池の畔、川の辺、断崖、濡れた岩場、急勾配の法面など。

(ｳ) その他

崖崩れ、雪崩、鉄砲水などが発生する可能性があるところ。

イ　人体に危害を与える動植物の存在確認

特に近郊地域で注意するものは、スズメバチ、マムシ、ウルシなどである。

ウ 人と時間の流れの確認

時間的、精神的にゆとりのある活動計画をたて、そのシミュレーションを十分に行う。

(2) 参加生徒の把握

生徒の健康状態には細心の注意を払う。

ア　事前の健康診断

イ　要管理・配慮事項の有無とその確認

運動障がい、聴覚・視覚障がい、疾患、アレルギーなど。

ウ　現地での健康状態の把握

事前に大丈夫でも、出発前、途中に何回も確認を行う、

(3) 現場での判断力

これが一番大切なことだが、達成すべき目標は、野外活動を成功させることではなく、事故が起こらず無事であるということ。途中で判断すべき状況が発生した時、無理して続行せず、中止にする勇気と判断力が必要である。

２　事故の発生に備えた対策

(1) 医療機関の確認

活動場所周辺の病院と緊急医療体制の有無の確認だけでなく、特にマムシ抗毒素血清投与

処置が可能な医療機関も確認しておく。

(2) 救急体制と応急処置

通常郊外での活動は、都心部より事故発生時の緊急車輌(救急車)到達に要する時間が長い。よって、事前にその必要時間を把握し、もし事故等が発生した場合、その間に最低限の応急処置等ができるようにしておく。そのためにも、普段から応急処置の研修等の参加に努める。

(3) 連絡体制の整備

緊急連絡網の作成、指示連絡経路の徹底、事故記録簿の作成。

(4) 緊急用連絡手段の確保

現地踏査により、携帯電話の通話不可地域の有無や有線電話設置箇所を確認する。そして、携帯電話が使用できない地域では、無線機を活用するなど緊急連絡体制を整えておく。

(5) 休憩・避難場所及び施設の確認

トイレ施設、上水施設の有無や衛生状態の確認をしておく。

体調不良や事故等発生時に応急的な対応が可能な場所や落雷や集中豪雨等が発生した場合に避難可能な場所を確認しておく。

(6) 携行備品

救急用品や道具、通信機器だけでなく、現地踏査によって確認した不備事項に対応できる物品、その他万一に備えた物品等を、必ず予備を含めて用意して携行する。

(7) 参加生徒の指導

ア　適切な服装や持ち物の点検及び指導

イ　危険についての事前指導

生徒が危険度を十分に理解できるように、事故例などを示しその対応策を指導する。

(8) 教職員の体制

事前の対策と打合わせを十分に行い、必ず複数で実施する。

３　人体に危害を与える動物の対策

(1) スズメバチ

日本には３属16種のスズメバチが生息し、強烈な毒をもつものが多く、攻撃性も高いので非常に危険である。厚生省統計によると年間に20～40人が蜂刺症により死亡しており、多い年には70人を超している。これは有毒生物による生物分類別犠牲者数の中で最も多く、毒蛇の咬害を上回っている。しかし、事前にその特性と対処法を理解し、下見により生息場所を確認することができれば危険の回避につながる。

ア　刺されないための注意点と対処

(ｱ) 警戒行動

スズメバチは巣の防衛行動をもつため、巣から10m 以内に近づくと警戒行動をとり、接近者の周囲を飛び回る。この時点で静かにその場を離れる。しかし、さらに周囲を飛び回る数が複数になった場合、逆に巣に近づいている可能性があるので、もと来た方向へ避難する。その際に、蜂の接近に驚いて声高に騒ぎ、叩き落とそうとすると蜂が興奮して非常に危険である。

また、再接近しないためと周囲の人に危険を知らせるため、近くに巣があることを示す表示などをしておくことが望ましい。

(ｲ) 最終警告

次の段階としてスズメバチは、左右の大顎を噛み合わせて打ち鳴らし、「カチカチ」と警戒音を出して威嚇行動をとる。これは最終警告の段階で、それでもその場を立ち去らないと、仲間を呼び寄せて集団で攻撃してくる。

図１－41　樹液に集まるオオスズメバチ
（体長27㎜～40㎜）
（画像提供　大阪市立自然史博物館）

(ｳ) 危険度の高いオオスズメバチとキイロスズメバチ

両者は巣への接近者に対して、警告行動なしに突然攻撃してくる場合があるので、近づくのは特に危険である。

オオスズメバチ(図１－41)は、他のスズメバチ類が自らの巣のみを防衛するのに対して、夏季にクヌギなどの樹液の浸出部を仲間で占拠した場合に防衛行動の対象とするので注意する。

また、秋季には他種のスズメバチやミツバチの巣を攻撃する。この時期は、襲う側も攻撃性が強く、襲われる側も警戒態勢が強い。人への被害もこの時期に集中しているので特に注意が必要である。

キイロスズメバチ(図１－42、43)は、都市部での生活に適応し、家屋などにも巣をつくる。人への被害も多いので注意する。

図１－42　キイロスズメバチ
（体長17㎜～24㎜）

(ｴ) 黒色の服装と香水

これらはスズメバチを興奮させるおそれがあるので、特に夏・秋には控える。それは香水には警戒フェロモンと同じ成分が含まれている場合が多いからである。また、黒い服は幼虫や蛹の捕食者として攻撃標的となる。そして人を含む大型哺乳類の弱点が眼や耳孔などの黒色部分であることがら、攻撃行動を活性化させると考えられ、人の目を狙って刺してくる場合がある。刺された場合失明の可能性がある。

(ｵ) 清涼飲料水やアルコール飲料

屋外飲食中などで、飲み残しや飲んでいる最中に一時手を離して放置されたそれらの飲料の糖分を求めてキイロスズメバチが缶容器内に潜り込み、再度飲もうとする時に口などを刺される事故がある)。飲まない時はクーラーボックス等にすぐにしまい、飲み終わった缶は水ですす

図１－43　柿の皮に集まる
キイロスズメバチ
（画像提供　大阪市立自然史博物館）

ぐ。または缶入り飲料を避け、ふた付き容器を使用し、開けっぱなしにしない。

(カ) その他

腹部のみの死がいでも、触れると反応して刺してくる場合があるので注意する。

イ　攻撃方法

ミツバチと違い一度刺しても自身が死ぬことはなく、毒液が残っている限り何度でも刺してくる。また、毒液は刺すだけでなく、空中から散布することもある。皮膚に触れると炎症を起こし、目に入ると失明の危険がある。

また、散布された毒液は警報フェロモンの働きをするため、仲間を集める。刺された場合、さらに集団で襲ってくる。攻撃行動を刺激する危険のある大きな身振りを控えて、早急にその場から離れるようにする。

ウ　毒性と症状

刺されると、直後から非常に強い痛みにおそわれ、数分後には患部の炎症と腫れ、体温の上昇等の症状が出る。死因はアナフィラキシー症状がほとんどで、これは急性アレルギーによるショック症状のことである。刺されてから１時間以内の死亡例が多く報告されている。めまい・呼吸困難・意識朦朧などの症状が見られたときはこの症状が疑われる。この場合、直ちに応急処置を施しながら救急車を要請し、30分以内に医師の治療が必要である。

また、過去に刺されたことがある場合は、たとえ前回大事に至らなくても短時間でアナフィラキシーショックを起こす可能性が高くなるので危険である。

一度に大量の蜂に刺され注入された毒が多い場合は、直接的な毒液作用で麻痺が起き、呼吸不全や心停止にいたる。

エ　応急処置

(ア) 毒液の排出

刺傷部位をつまんだり吸引器を用いたりして毒液を体内から出す。この際、口内に傷があった場合、そこから毒が染み込むため、口で毒を吸い出してはならない。

毒液が目に入った場合は、すぐに流水ですすぎ病院で治療を受ける。

(イ) 患部の冷却

刺傷部位を絞り出すように流水で洗い流し(冷却・排毒効果)、氷で冷やす。

(ウ) 薬剤塗布

刺傷部位に、抗ヒスタミンクリームなどの副腎皮質ホルモン剤ステロイド外用薬を塗布する。

(エ) アナフィラキシーショックの症状緩和

事前に医師から処方を受けた自己注射薬のエピネフリン製剤(エピペンなど)を使用する。しかし、これは一時的な緩和にすぎない。

(2) ニホンマムシ

単にマムシとも呼ばれ、日本で最も多く被害を出している蛇で、年間に約 3,000人が咬傷による被害を受け、５～10名程度が死亡している(図１－44)。

ア　刺されないための注意点と対処

(ア) 長靴の着用

性質は臆病で、接近しすぎない限りマムシから攻撃してくることはない。しかし、藪や草でマムシの存在に気付かず近づきすぎたり踏んだりすると咬まれるので、くるぶし

がかくれる強固な材質の靴を着用する。

(ｲ) 威嚇

危険を感じると尾を寝かせ状態で細かく震わせ、地面などをたたいて威嚇するが、無視して距離をとって通り過ぎればほとんど害はない。

(ｳ) 幼蛇出産期

繁殖形態は卵胎生で、夏に交尾し翌年の８～10月に出産する。夜行性のマムシは、普段は昼間に人目に付くところに現れることはほとんどないが、この時期の雌は、胎児の成長のため盛んに日光浴でカルシウム合成を行い、昼夜問わず捕食して栄養を蓄えようとするので、人と遭遇する機会が増え咬傷被害も増えるので注意が必要である。

図１－44　ニホンマムシ
（体長45～80㎝）
（画像提供　札幌市円山動物園）

イ　応急処置

(ｱ) 安静

身体を激しく動かすと毒のまわりが早くなるので安静にする。移動の際も十分に注意する。

(ｲ) 軽く緊縛

咬傷部より心臓側で軽く緊縛する。

(ｳ) 毒液の排出

刺傷部位を絞り出すように流水で洗い流す。蜂の場合同様に口で毒を吸い出さない。

ウ　医療機関で血清投与

速やかに処置可能な医療機関でマムシ抗毒血清などの治療を受ける。６時間以内の血清投与が望ましい。

(3) その他の動物

ハチ、ムカデ、ブユ(近畿地方ではブト・ブヨ)などによる虫刺症は、大事に至ることは少ないが、激しい痛みを感じ、通常は症状が治まるまでに数日を要する。しかし、ブユの場合、一ヶ月以上痛みとかゆみが続く場合もあり、その場合医師の診断が必要である。

ア　対処法

予防には、夏季であっても肌の露出を控えた服装を着用し、蚊取り線香や虫忌避剤が効果的である。

ムカデ毒も蜂毒と同じようにアレルギー反応を起こすことがあり、対処法は蜂と同じで、ステロイド外用剤(軟膏・クリーム)を塗ると効果的である。また、患部を氷などで冷やすと痛みとかゆみが軽減する。

４　ヒトに危害を与える植物・キノコとその対処法

植物・キノコは、下見でその存在場所が特定できるので危険を避けることができる。

(1) ウルシ類(ツタウルシ、ヤマウルシ、ヤマハゼ、ヌルデ)

ウルシ類にまける体質の人は、触れると赤疹ができてむずがゆかったり、目の周りのが腫れたりする。近づくだけで症状が出る人もいる。これらウルシに触れておこるアレルギー性皮膚炎の特徴は、遅延型接触皮膚炎と呼ばれ、１～２日後にその植物に触れた一部の人にだけ発症することである。そのため本人にも原因がわからないことが多い。予防はウルシを識別して触れないことである。近郊で見ることができるウルシは約４種である。かぶれやすい順に、ツタウルシ(図１－45,46)、ヤマウルシ(図１－47)、ヤマハゼ、ヌルデである。この中で、特に注意しなければいけないのはツタウルシである。かぶれる強さはこの中では圧倒的に大きい。特に、梅雨から夏にかけての時期が最も強く、葉についた水滴にかぶれ成分が溶け出し、それが蒸発するときの水蒸気でかぶれてしまう。しかも、他のウルシと違い樹木に付着しているツルなので非常に分かりにくい。気が付かないうちに近づいてその湿気だけでかぶれてしまうので注意が必要である。

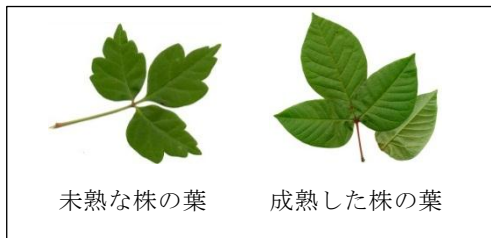



図１－46　樹木の幹に付着しているツタウルシ

図１－45　ツタウルシの葉

図１－47　ヤマウルシ

(2) カエンタケ

古くからその毒性が確認され、致死量はわずか３g(子実体の生重量)程度と極めて強力である(図１－48)。

外観がやや類似している食用キノコのベニナギナタタケや冬虫夏草などと誤って摂取した中毒例が報告されている。他の毒キノコも誤って摂取すると生死にかかわるものもあるが、かじって味見をしたあと吐き出せば危険は少ないが、カエンタケは、触れるだけで皮膚炎をおこす場合があるので注意がいる。

カエンタケは、まだ大阪府内では発生を確認されていないが、2011年滋賀県・京都府で確認された。他に類をみない形・色をしており同定は容易である。

図１－48　カエンタケ

第２章　　　栽培分野

第１節　水稲

栽培は水を張った水田で行われるため、畑地や果樹園と異なり、足場が悪く専用の機械や管理方法が必要である。また、作物の性質上、高温期の栽培管理が中心となり、身体的な配慮が求められる。

１　整地作業（耕起・砕土・代かき）

収穫が終わった水田は、厳寒期に害虫駆除を目的に耕起する。そして、田植え前に再度耕起し、土を細かくする砕土作業を行い、最後に代かきをして均一な水平面を確保する。

使用するトラクタは、運転者を守る安全フレームやシートベルト、エンジン緊急停止装置や始動安全装置、安全カバーなどが装備されている機種を用いるようにする。作業時は、ヘルメットを着用し、機械の事前点検や使用時の安全確保には十分注意すること。

(1) 耕起（田起こし）

作土を深く掘り起こし反転させる作業である。一般的には、中型以上のトラクタにプラウを装着して行う。しかし、大阪では、農地が小規模なこと、畑には細い畝をたてることなどから、小回りが利く小型トラクタを購入することが多い。そのため、この小型トラクタにロータリを装着して砕土を兼ねて耕起を行うことが多い。

(2) 砕土

耕起に引き続いて土壌を細かくする作業である。大阪では、前述のとおり耕起と砕土を兼ねて耕うん（かくはん耕、ロータリ耕）を行う場合が多い。しかし、耕うんは作業効率が高く砕土性に優れるが、土壌の反転効果が劣り、土塊が細かくなり過ぎ有機物の分解が遅れる傾向がある。

(3) 代かき

水田に水を入れて砕土しながら土壌を均平にする作業である。漏水を防ぎ、肥料の分布を均一にし、初期の雑草発生を抑える効果がある。そして、水平であることにより田植機の操作が安定し、安全な作業ができる。

機械作業に当たっては、土がぬかるむため、通路との段差で滑ったり、横転したりすることがあるので、機械周囲に生徒を近づけない。

２　施肥作業

近年、田植え機による田植えと同時に施肥が行われる側条施肥が増加している。側条施肥は、土壌に直接肥料を埋め込むので、表面水への成分溶出や流亡が少なく環境保全的であり、苗の初期生育の促進、肥効が長続きするなどの利点がある。

追肥は、動力散布機を使用することが一般的であるが、大阪では水田面積が小さい、民家が隣接しているなどのことから、手作業で散布することが多い。

３　育苗作業

品種の選別・比重選・種子消毒・床土の準備・は種・育苗・農薬散布などの作業がある。農

薬使用時は、注意事項を遵守し安全使用に努め、特に種子消毒後の農薬廃棄は、環境に配慮して行う。

４　田植え作業

田植機はトラクタに比べ左右のタイヤ幅が狭いので安定性に欠ける面があり、水田への出入りの時にぬかるみと段差のため横転する事故が起こしやすい。

手植えでの田植え作業は農家ではほぼ見られなくなった。しかし、機械植え後の補植や、体験的な実習として実施する場合が多い。このとき一般的な長靴では、土にとられて脱げてしまう。そこで水田用長靴や地下足袋を使うことが望ましい。また、素足で水田に入れる場合は、年間を通じて水田内に危険物が混入しないように監視するとともに、耕起・砕土作業時にも混入物が無いように充分注意すること。

５　田植え後の生育管理作業

環境保全、食の安全・安心や住環境への影響を少なくするために、農薬使用量は極力減らすこと。除草剤は、作業者が水田に入らなくて良い１回使用型のものを使い、殺虫剤も育苗時に１回散布する１回使用型のものを使用する。

６　収穫と調整作業

稲刈り作業は、全国的には作付面積の90%以上がコンバイン(刈り取り・脱穀)、残り10%が手刈りもしくはバインダ刈りで、天日乾燥・脱穀を行なわれている。

コンバイン・バインダ・脱穀機・乾燥機・もみすり機などの動力機械は、回転系やベルトなど危険個所が多く、点検修理時は必ずエンジンなどの動力を切ることを心がける。

乾燥機は、灯油を燃焼させるため、やけどや火事の危険があるので注意する。

図２－１　鋸鎌での稲刈り

手作業での稲刈りでは、鋸鎌を使用する。その際、鎌で手を切る事故を防ぐために、感覚が敏感な親指と人差し指が刃の側にくるように逆手で株を持ち、時計と反対周りにひねりながら切る(図２－１)。

第２節　野菜

野菜栽培における実習では、使用する農器具や機械及び作業工程は、その多くが他の栽培分野と共通している。しかし、それは決して特殊なことをしないので安全という意味ではなく、農業の大切な基本作業が凝縮されているととらえ､より安全な実習をめざすことが大切である。ここでは、その中でも留意すべき点について記述する。

１　共通

⑴　農器具

正しい服装での作業､器具の整理整頓や維持管理は､実習を安全に行う上での基本である。

ア　各種鎌・ハサミ類

収穫整枝作業で用いる。畝間で足場が悪い場合や長時間中腰での作業が続くと集中力がとぎれてこれら刃物でけがをしやすいので注意する。

イ　掛けや

杭打ちで使用するが、重たい掛けやで杭に強い力で正確に垂直に打ち込むのは難しい。仮打ちで他人に杭を支えてもらっている時は、誤って手をたたかないように細心の注意をする。本打ち作業中は人を近づけず、無理をしないよう注意する。事前の道具の確認も欠かしてはならない。

⑵　汎用機械

トラクタでは、堆肥散布後のすき込み、耕うん、溝切などを行う。圃場に段差がある場合は、出入りに注意する。作業後に、ブレーキ連結棒やデフロックの戻し忘れに注意する。

２　栽培管理における注意点

⑴　元肥施肥

運搬時、トレーラへの過剰積載を避け、圃場に散布後は速やかにすき込む。

⑵　夏季のハウス内作業や屋外での連続作業

適宜休憩をとり、水分補給を怠らず、熱中症に注意する。

第３節　果樹

果樹は永年作物であり、他の農場実習教材作物とは扱いが異なる点がある。土壌管理や病害虫管理においては基本的には他の農場作物と同様だが、本節ではおもに異なる点について記述する。

１　共通

(1) 高所での作業

果樹作物は樹種やその仕立て方により、いろいろな形態をしている。特にカキやクリなどの変則主幹形をとる樹種では樹齢にもよるが樹高が３～５ｍ になる場合があり、その管理作業時には高所での作業に関する注意が必要である。さらに、樹冠内の作業では枝梢が繁茂しており、これらが固いため突き傷等への注意が必要となる。樹の支持形態もブドウやナシ、キウイフルーツなどのような棚仕立てやブドウ、リンゴなどの垣根仕立てなどがあり、支持に使用している針金への注意も必要である。

また、樹高があるための薬剤散布上の注意や伐採更新時の重量上の注意など他の農場作物にはない注意を払う必要がある。

(2) 刃物を扱う作業

果樹栽培ではその生育段階に応じて各作業で特殊な刃物を扱うことが多い。これらの刃物の特性を理解し、安全に使用する。刃物は切れ味が大切で、切れ味が落ちた刃物を扱うことはかえって危険である。したがって、刃物を扱う際には、安全に考慮するのは当然として、あわせて刃物のメンテナンスにも気を配る必要がある。刃物の切れ味を落とさないような扱いにも注意が必要である。

２　各実習時における留意点

(1) 果実管理に伴う実習

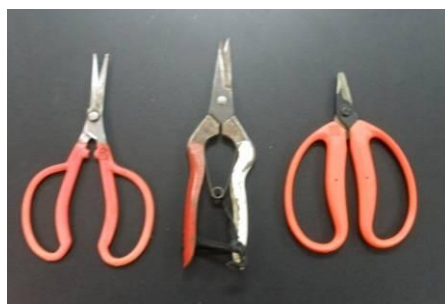
ア　摘花、摘果、摘房、摘粒

果実を間引く作業で使用するハサミは先が細く、支点が軟らかい(図２－２)。これで太めの枝や硬いものを切ると支点を傷め、ハサミの先が合わなくなる。

特に新葉が発生した状態でのナシ、リンゴの摘果(花)、ブドウの摘粒など左手を添えて行う作業時には左手の指をよく傷付けるので注意を払う必要がある。生徒の緊張感が切れてくる時間帯にそのようなけががよく発生するので注意する。

図２－２　摘果作業等で用いるハサミ

また、カンキツ類の摘果作業では、鋭い刺を枝に有する種類がある。(レモン、オレンジ、スダチなど)これらの樹で作業を行う際には刺の存在を生徒に十分意識させる必要がある。必要があれば、事前に刺を切り取るなどの指示や革製の手袋をするなどの工夫も必要である。

また、農薬散布後にこれら作業を行った際には果実に農薬が残留している可能性高いので、作業後生徒には必ず手洗いをするよう指導する。

イ　袋掛け

果樹袋には固定用の針金が入っている。これでの突き刺し事故、特に袋を固定する際、この針金をねじ曲げるときに針金の端で指先を刺してしまうことが多い。

ウ　棚での作業

ブドウやナシなどを棚で栽培している際には作業に集中しすぎて、体や衣服を棚線に引っ掛ける事故が生じやすい(図２－３)。特に脚立などを使用して摘果等の作業を行っている際には棚線が危険な場合が多い。生徒に注意を促すとともに指導側としての留意が必要である。

図２－３　ブドウの棚栽培

(2) 枝梢管理に伴う実習

ア　ブドウ等の誘引作業

棚線に枝を誘引する際に用いるテープナーの針が詰まりそれを除去する際に指先を突くけががよく生じる。また、棚線の高さに十分留意し、首や頭をひっかけないことは当然である。

棚線などの資材がさびやすい金属の場合、錆が風や残留した雨水で飛散し、目に入る事故がある。また、農薬散布後の雨上がりでは、棚線などに付着した農薬が雨水に溶け込みこれが目の中に入る事故も想定される。このような状況で作業を行わなければならない場合、保護眼鏡(ゴーグル)などを装着することが望ましい。

イ　整枝、剪定作業

整枝、剪定に用いる刃物類(図２－４)で剪定バサミは指を切る事故がよく起こる。生徒は集中が切れてくる時間帯に左手を枝に添えているときに左手の指をよく傷付ける。剪定バサミでは指を切断してしまう可能性もあるので指導者は気をつける必要がある。

図２－４　剪定ノコギリと剪定バサミ

剪定用ノコギリには、切断面における歯と枝の摩擦の軽減や鋸屑の排出を行いやすいよう比較的強いあさり(図２－５)がつけられている。剪定ノコギリの歯を素手で触るとあさりで傷付いてしまうことがある。また、剪定作業中に歯が横滑りをして押さえている左手を傷付けてしまうことがある。したがって剪定時には手袋を着用させる。また、剪定ノコギリ使用時に刃をいわゆるこねた状態にして、刃を破損することがある。このとき破損した刃で作業者が傷付くことがあるので、生徒に使用させる際にはこねないように注意する必要がある。また、切断する枝の太さに応じたサイズのノコギリを使用する必要がある。整枝、剪定時には三脚を用いて高所で作業することも多い。その時に高所でバ

図２－５　剪定ノコギリのあさり

ランスを崩して転倒する事故が多い(図２－６)。三脚の足がぬかるみに沈む、地面の傾きに対応していないなどが無いように、三脚設置時の注意が必要である。特に高所などで不自然な姿勢で枝の間引き(特に徒長枝)を行う場合、枝の切断位置が目線より高くならないように気をつけなければならない。目線より切断位置が高いと切断された枝がそのまま顔面めがけて落ちてくるので、保護眼鏡(ゴーグル)を着用する。

また、冬季の剪定作業時には鋸屑が強い西風に乗って目に入ることがあるので、保護眼鏡(ゴーグル)を着用する。

図２－６　三脚

(3) 土壌管理に伴う実習

ア　雑草管理に関する実習

夏季の除草実習時には、用いる道具類の扱いに注意する。除草には万能鍬やフォークを用いることが多いが、これを現場で使用しないときにはできるだけ縦にして置くようにする。やむを得ず地面に置く場合は、必ず刃を下向きに置き、万が一不意に踏んでも跳ね上がらないようにする(図２－７)。

図２－７　道具を地面に置く場合

イ　施肥管理に関する実習

スコップやフォークは、力を入れて使う場合が多いので、生徒の間隔を十分に確保しなければ突き刺す事故が生じる可能性がある。また、石灰や化成肥料を撒く際に風向きを考慮しないとむせて呼吸が困難になる可能性がある。

(4) 繁殖実習

果樹の繁殖実習には、挿し木や接ぎ木実習がある。 繁殖実習には接ぎ木ナイフなどの専用の刃物を使用する(図２－８)。一般的な接ぎ木ナイフで切り接ぎを行う際には指を切らないように注意すべきである。使用するナイフの刃はよく研いで、切れ味を良くしておくことが事故防止の第一歩である。左手で台木を押さえる際に指が切断面を横切らないように指を曲げて支え、ナイフを握る右手の親指を刃の上に添えて切り込みすぎに対するストッパーとするなどの工夫が必要である。

図２－８　果樹で扱う刃物

実習の前にこれら留意点を実演して見せ、危険性の確認をさせることが重要である。

ナイフを扱う場合、扱っている生徒だけでなく、周りの生徒に対する安全配慮も必要である。特に穂木の下端を斜めに切る際にはナイフを動かすので、周りに対して十分な間隔をあける必要がある。

(5) 改植、更新に伴う実習

果樹樹木を伐採し改植更新する際は結構大がかりな作業となる。まず、枝を切り落とす際に主枝や亜主枝を根元から切断する。この際、切り落とす枝の重量は相当なものになっているので落下時に注意が必要である。

切り株を抜き去る際に根切り(図２－９)を使用するが、この道具はその重み自体で根を切断するものなので、力任せに振り回すと思わぬけがをする可能性がある。もちろん作業者の足の位置に注意を促す必要がある。

図２－９　根切り

(6) 農薬散布に伴う実習

果樹作物は樹高があり、農薬散布対象が作業者の頭上にあることが多い。そのため農薬散布時に作業者は頭から農薬を被ることになり、雨合羽や帽子、保護眼鏡(ゴーグル)、マスクなどの装備が必要になる。また、高所にまで届くように圧力を高める場合が多く、近隣に対して飛散防止や警告を発するなどの配慮も必要になる。

(7) その他

果樹園には棚や垣根など樹体を支持する資材が多く存在する。また、棚線の控え線などが地中に向けて張られている場合が多い。控え線には地表近くにアンカー(図２－10)と呼ばれるコンクリートの重しなどがあり、刈払機操作時には注意が必要である。

果樹園で乗用の機械を使用する際、棚線の存在に注意を払う必要がある。乗用したまま走行すると棚線で首をひっかけるなど思わぬ大けがを引き起こす危険性がある。

歩行兼乗用型テーラーを使用する場合は、機械から降りて歩行で使用する。果樹園内では３輪式歩行兼乗用型の運搬車などはバランスを崩しやすく、特に収穫物など重量物を積載している場合は重心が高くなっているため転倒の危険があるので歩行して機械を扱うようにする。

図２－10　アンカー

第４節　草花

栽培期間が１年草のように短期間のものから花木などの永年性のものまであり、栽培場所も、一般的な露地から専用の施設設備が必要なものなど、扱う植物の種類が非常に多いため、その植物に適した栽培管理が求められる。また、極めて少数ではあるが、体質によってアレルギーを引き起こす植物があるので注意する。

また、播種や鉢上げなど室内で行うち密な実習もあれば、切り花生産などのように露地や施設を用いた大面積での実習もあり、その内容によって使用する機械、器具類が異なり、多種多様な機器類の収納や点検などにも注意を払うこと。

１　共通

(1) 整理整頓

実習室や農器具倉庫等の共用施設は、実習が安全かつ効率的に行えるように常に整理整頓を心がけ、次の点に留意すること。

①　道具類の管理を適切に行う。

②　使用後の清掃、農機具等の洗浄と収納は確実に行い、異常があれば報告させる。

(2) 頻繁に使用する道具類の手入れ

実習時に頻繁に使用する道具類(鍬、草削り、ハサミ、のこぎり、竹べらなど)は使用前後の数を確認すること。庭園や畑への放置、用土や残渣内に埋もれるなどにより、思いもよらないけがをする場合がある。あわせて、ハサミ、ノコギリ、ナイフなどは、良く切れるか使用前に確認すること。切れないから必要以上に力を入れて切ろうとして滑らせ、けがをする場合がある。

(3) 収納物品名の明記

物品については、物品名を収納場所に明記し、生徒が物品の所在を確認でき、使用・返却を確実に行えるようにする。

(4) 施設・設備・農機具等の安全点検

責任者を明確にし、定期的に安全点検と整備を実施する。そのため、施設ごとに点検簿を置き、修理、補充等必要な事項があれば、その都度記載するとともに対応すること。

(5) 農場

農場の給排水、施設等の見回りを定期的に行い、損傷や危険個所をチェックし、迅速に対応すること。また、隣接する住宅地へ悪臭、衛生害虫などの被害を出さないように次の点に留意すること。

①　有機質肥料の施肥については完熟のものを使用し、散布直後に土にすき込むこと。

②　強風による被覆資材の破損、飛散

③　農薬散布は、散布前に周囲に知らせるとともに、散布後も一定期間表示する。

２　機器類の使用

(1) 暖房装置

ア　電熱暖房

電熱暖房は、電気を熱に替えて行う暖房である。

①　電熱ケーブルは、使用電圧に100Ｖ、200Ｖの区別があり、土中に配線する地中温床

線と躯体に固定する空中温床線の区別がある。

設置については、電気工事士の資格が必要で、電気設備技術基準に従って行う。感電のおそれが無いように電源は、必ず漏電ブレーカーを経由したものとする。

② 電熱温風暖房は、小規模の暖房を行うもので、内部に設置したヒーターにファンから風を送り出すことによって、温風を得ている。空気の乾燥を防ぐために、水を入れた容器等を設置する。

イ 燃焼熱暖房

灯油などを効率よく燃焼させ、発生した熱を利用する。燃焼で発生する有害ガスは煙突で屋外に排出させる。

① 温風暖房は、間接的に暖められた清浄な空気が室内を循環する仕組みである。暖房装置は、施設内に設置されるため燃焼時、煙突が高温となるためやけどや被覆資材の接触に注意する。

② 温水暖房、蒸気暖房は、専用施設に設置したボイラーにより、温水或いは高温水蒸気を施設内の暖房用配管に流すことによって暖房するものである。ボイラーは、簡易ボイラー(法令定義用語外)・小型ボイラー・ボイラーの三区分で定義され、その設置や運転・整備などに関して、労働安全衛生法上の規制を受ける。

ウ 太陽熱暖房

昼間の太陽熱エネルギーを蓄積して、夜間の暖房に使用する。

① 地中熱交換暖房は、日中に暖まった温室内の空気を栽培床の地下に送風機で吹き入れ、熱を土などに蓄積させる。日没後、地下に送風することで、昼間の蓄積熱を取り出し温室の室温低下を防ぐ方法である。

② 集熱温水暖房は、屋上などに設置した集熱装置が日中集めた熱を、循環液により蓄熱槽に移し、夜間利用するものである。夏期は集熱装置内の循環液が極めて高温になるため、寒冷紗などで被覆する必要がある。

(2) 蒸気消毒機(図２－11)

高温の水蒸気で土壌消毒を行う装置で、簡易ボイラー或いは小型ボイラーに区分される機種が多い。簡易ボイラーは、取扱者資格免許が不要であるが、小型ボイラーの場合は、定期自主検査が規則で定められ、事業主による「特別教育」受講者以上の資格が必要である。使用にあたり、取扱説明書の点検事項や操作方法を十分理解することが求められる。また、消毒中は、高温状態の接続ホース、被覆資材や土壌によるやけどに注意する。

図２－11 蒸気消毒機

(3) セル成型苗生産システム

セル成型苗の生産が主流になり、培地の調整、セルトレイへの培地詰め、播種、ミストかん水、発芽室でシステムが構成される。トレイの外形は、ほぼ一定であるが、セルの数は、栽培する花の種類により異なる。目的に応じたセル数と培地の組み合わせが大切である。セルトレイを扱う時に、トレイの縁で指などを切る場合があるので注意する。また、機械の調節や保守においては、必要に応じて電源を切って行うこと。

第５節　飼料作物

飼料作物とは家畜に給与する粗飼料のことで、その栽培にあたっての作業内容は、ほぼ穀物など栽培と同様である。本節では、収穫方法や収穫後の調製についての内容を述べる。

１　畑の準備から収穫、調製までの作業内容

①元肥の投入(堆肥など)　→　②耕うん、畝立て、整地　→　③播種

④除草、追肥　→　⑤収穫　→　⑥調製　→　⑦給与

※①～⑤までの作業上の安全対策については共通項目の内容を参照されたい。

２　飼料作物の収穫

収穫作業には、畑の規模や飼料作物の種類によりいろいろな農機具を使用する。刃物のついた農機具を使うので注意が必要である。よく使用する農機具について注意点を挙げる。

(1) 刈払機

手動・歩行型のエンジン付き草刈り機。グラス類の刈取り作業に適する。刃が回転して切断するので作業中に他の生徒が近づかないように気をつける。また、土や石に刃が触れると刃の遠心力により破片が飛び散るおそれがあるので防護眼鏡などの着用が必要である。

(2) 草刈り鎌

狭い面積を手刈りする時に使用する。常に刃先で自分自身を傷付けないように注意する。

３　飼料作物の調製

収穫後の利用方法には青刈り・乾草・サイレージの３種類がある。ここではサイレージ調製時の注意点について挙げる。

(1) ロールベーラー

自走式と歩行式がある。収穫した草を梱包する機械である。ゆっくりとしたスピードで進むので危険度は少ないが材料草が入っていくピックアップ部に手などを近付けないように気をつける。

(2) サイレージ用カッター

材料草を細切する機械。材料草の取り込み口に手などが入り込まないように気をつける。

作業中に草詰まり、ギヤの破損、Ｖベルトの破断などのトラブルが起きた場合は、必ずエンジンやモーターを停止させてから故障箇所の点検・修理を行う。

第６節　造園

１　服装及び保護具

(1) 服装

服装は、実習しやすい、安全で清潔なものであること。また、着用時には、機械への巻き込み、誤操作、道具、樹木等をひっかけるなどのことが無いように、留め具、ボタン類は正しく留め、袖口・上着などは広がらないようにする。手ぬぐいやタオルを腰や首から不用意に垂らすことは大変危険である。

(2) 保護具

一般に使用される保護具には、ヘルメット(保護帽)、安全帯、保護眼鏡、安全靴、特殊手袋がある。このほか特殊な作業用として種々のものが考案され、使用されている。保護具の使用に当たっては、下記事項に留意すること。

ア　ヘルメット(保護帽)

保護帽は、落下、飛来、落石等のおそれのある作業や転落墜落転倒のおそれがある作業では必ず着用する。

イ　安全ベルト(安全帯)

墜落災害は造園業において多発している。これを防止するための設備の改善はもちろんだが、高さ２ｍ以上の高所作業では必ず安全帯を使用すること。

ウ　安全靴

植栽や木に登る時は地下足袋が適しているが、石組み作業や草刈り作業などでは安全靴を着用する。

２　墜落災害の防止

高所からの墜落による災害、特に死亡災害は、全産業を通して多く、建設業の死亡労働災害では、墜落災害が全体の約45％を占めている。また造園業でも死亡災害の50％を占めている。これを防止するには、次の事項に留意することが必要である。

(1) 一般的な墜落災害の防止

①　高所作業をできるだけ少なくし、地上でできる作業は、地上でやれるよう工法等を工夫すること。

②　作業床を設けて安全に作業が行えるようにすること。例えば、足場の設置、ローリングタワーの使用などが望まれる。

③　作業床は、十分な広さ、強度を必要とし、なお必要な箇所に手すりを設けること。

④　安全な作業床を設けられないときは、安全帯ないし墜落防止用ネット等を使用すること。高木剪定では、高所作業車の利用も考える。

(2) 脚立、脚立足場上での作業

①　脚立は、丈夫で、脚と水平面との角度が75度以下で、開き止め金具がついており、踏面が適当な広さで設けられているものを使用すること。

②　脚立はすべったり、傾いたりしないように据え、かつ開き止め金具をかけること。

③　脚立足場では、スパンをあまり広くとらないこと。

④　脚立にかけわたす足場板は丈夫なものを使用し、かつ、たわみがあまり大きくならないようにすること。

⑤　脚立足場の作業床の幅は40cm 以上とすること。

⑥　脚立足場の足場板は脚立に結束すること。

(3) はしご上の作業

①　はしごは、幅30cm 以上の丈夫なものを使用すること。

②　はしごには、すべり止めを設けること。

③　はしごは、平面に対して75度以下にかけることを原則とし、かつ、はしごの上部が60cm ぐらい上方に出るようにすること。上部を転倒しないように、ロープで固定する。

④　はしごの昇降の際には、手に物を持たないようにすること。

⑤　通路に面したところにはしごをかけるときには、通行者にわかるよう警戒標識を設けること。

(4) 立ち木上の作業

①　立ち木の上での作業は、十分な経験者に行わせること。

②　立ち木が腐っていないことを確認すること。

③　枝につかまったり足をかけたりする場合には、腐って折れないことを確認すること。

④　安全帯などを使用すること。

⑤　樹枝の切り落としの際は樹下の安全を確認すること。

３　運搬災害の防止

(1) 物の持ち上げ方、運び方

①　重さを目測するか、少し持ち上げてみて１人で作業できるかどうか確かめる。

②　両足を開き、片足をやや前に出して足場をかためる。

③　ひざをほぼ直角に曲げたまま、できるだけ荷に体を近づける。

④　背筋をできるだけまっすぐに伸ばす。

⑤　荷の一端をわずかに上げた後、荷をしっかりつかむ。

⑥　背をなるべくまっすぐにしたまま足を伸ばして持ち上げる。

⑦　２人で石などを担ぐときは後方の経験者がリードする。

(2) 長尺物の運搬

①　１人で肩にかついで運搬する場合には､前方の端を身長よりやや高めにあげてかつぎ、曲がり角などに突き当たらないように注意する。また、下ろすときには、はね返ったりして、思わぬ方向に転がってけがをすることのないよう気をつける。

②　共同で運搬するときは、全員が同じ側の肩でかつぎ、リーダーの合図によって呼吸をそろえることが必要である。

(3) 手押し車等による運搬

①　重過ぎる物を無理に載せないこと。

②　小物は箱などに収納して載せる。

③　不安定な物、重心の高い物は積まないこと。

④　転がりやすいもの、倒れやすいものは、あてものを用い、運搬中に落ちないようにロープ掛け等で固定する。

⑤　片荷にならないようにする。

第７節　植物バイオテクノロジー

実験実習では、植物の繁殖・育種やバイオマスの利用に関する内容を扱う。使用する薬品の中には、発がん性のあるコルヒチン、微量でも環境に影響を与える植物成長調節物質などがある。その他使用する薬品については、事前に有害性の有無を確認し、使用方法と廃棄処理方法を確認すること。

特に、遺伝子組み換えを扱う場合は、法規による規制を遵守し、適切な拡散防止対策が必要である。ここでは使用頻度が高い機器について取り上げた。

１　オートクレーブ

高温の水蒸気で機器や培地の滅菌を行う装置で、高温によるやけど、安全弁から高温水蒸気の噴き出しなど大変危険な場面が想定される。

①　使用に際して説明書をよく読み理解すること。

②　各種安全装置が正常に作動していること

③　使用前には、圧力容器内の水位を確認し、空炊きのないよう所定の水位まで水を補給する。

④　滅菌終了後に機器や培地を取り出す場合は、圧力計がゼロ、内部温度が 80℃以下になったことを確認して、排気レバーを少しずつ開き、内部の蒸気を排出後に取り出すこと。

⑤　使用後は、排水レバーで水を抜く。そのまま放置しておくと水垢がたまり故障の原因となるので注意する。

２　クリーンベンチ

無菌操作を行う装置で、清浄度を保つために使用前後の取扱いを正しく行うこと。

①　使用に際して説明書をよく読み理解すること。

②　無菌操作を開始する場合、まず紫外線殺菌灯のスイッチを切り、次に照明灯のスイッチを入れること。照明灯が点灯した後では、紫外線殺菌灯の消灯の判別がつきにくい。紫外線は有害で、目や皮膚に浴びると目を痛めたり、やけどを生じたりする。

③　滅菌に使用するエチルアルコールは、引火しやすい。メスなどの火炎滅菌時のアルコール容器への引火、メスなどをアルコール容器ひっかけて転倒させることが無いように充分注意させる。転倒によりアルコールが作業台に広がり引火するなど最悪の事態にならないように充分注意すること。

④　クリーンベンチ内は常に清潔に保ち、培地などの保管場所としない。

第３章　　　食品分野

第１節　食品衛生

１　消毒について

食品衛生上作業者が配慮する点は、作業者自身が健康であり、衛生的な服装・身だしなみをすることである。食中毒菌の食品への混入防止のために、食器や器具、手指の消毒が重要である。手指のけがによる化膿菌の食品への混入や、不衛生な服装による食品への異物の混入には十分注意する必要がある。食品衛生分野で汎用されている消毒剤には以下のものがある。

(1) 次亜塩素酸ナトリウム

化学式はNaClOで、次亜塩素酸ソーダとも呼ばれ、強アルカリ性である。ほとんどの細菌（チフス菌・大腸菌・ブドウ球菌・サルモネラ菌など）やウイルスに殺菌効果がある。用途は食器や器具類の消毒である。手指消毒には用いられない。希釈して使用する。使用目的により、希釈濃度が異なるので注意が必要である。取扱い上、特に注意することは、塩酸などの強酸性物質（トイレ用の洗剤など）と混ぜると有毒ガス（塩素ガス）が発生して非常に危険である。絶対に強酸性物質と混ぜたりしないよう特に注意が必要である。目に入ったときは、直ちに大量の水で15分間以上洗い流し、医師の診断を受ける。

(2) 消毒用エタノール

70％濃度が一番殺菌力がある。無水アルコールや低濃度のアルコールでは、殺菌効果は低い。アルコールの殺菌力は強力で、ほとんどの細菌に効果がある。ただし、芽胞細菌には効果がない。殺菌作用が迅速で速乾性がある。引火性があるので、火気には注意が必要である。手指や器具類の消毒に用いられる。まれにアルコールによるアレルギー反応がでる人がいるので注意が必要である。

(3) 第四級アンモニウム塩（逆性石けん）

通常の石けんが水に溶けると脂肪酸陰イオンになるのに対して、逆性石けんは水中で陽イオンになるため、陽イオン界面活性剤とも呼ばれる。塩化ベンザルコニウム（四級アンモニウム塩の混合物）を有効成分とする逆性石けん液が、消毒剤としてよく用いられている。器具・手指の消毒に用いられる。一般的な細菌に対して殺菌効果があるが、芽胞細菌やウイルスには効果がない。また、通常の石けんと混ぜたり有機物による汚れがあると効果が弱まる。

(4) 消毒用エタノールと逆性石けんとの併用

消毒用エタノール溶液に塩化ベンザルコニウムを0.05w/v％含有したものが、市販されている。エタノールと逆性石けんという、作用点が異なる二種類の消毒薬によって相乗的な殺菌効果を得ることができる。

２　保存について

一般に食品は、細菌、かびなどの微生物の繁殖によって変敗しやすい上に、酵素、酸素、熱、光などの作用によって化学的、物理的に変質しやすい。これらの変質は、時間の経過とともに進行し、風味の低下をきたすだけでなく、進行が著しい時には食中毒の原因にもなるので、食品の保存には、変敗・変質を防止する対策が必要である。

「食品衛生法」は、食品衛生上の立場から食品の取扱いについて各種の規制をしているが食品の保存についても規制を加えている。食品衛生法に基づき、食品の消費期限、賞味期限、食

品の保存方法の表示が義務付けられている。食品加工実習で使用される食材には、食肉、魚介類、卵、牛乳、乳製品などがよく用いられているが、この中で食肉や魚介類などは消費期限表示なので消費期限を過ぎたものの使用は不可である（消費期限とは、おおむね５日以内に品質が劣化しやすい食品に表示されている）。

卵、牛乳、乳製品などは、賞味期限表示であるが、品質の劣化が比較的早く、注意が必要である。食品の品質が保たれる期間は、保存される場所の温度や湿度、光といった保存状態に左右される。その食品に合った、適切な保存方法を守り、期限内に使用することが重要である。食品に表示される期限は、開封する以前の品質を保証するもので、開封後は、表示されている期限よりも早く劣化するので特に注意が必要である。

(1) 食肉の一般的保存基準

10℃以下で保存する。ただし、容器包装に入れられた食肉の凍結品は－15℃以下で保存する。清潔で衛生的な有蓋の容器に収めるか、清潔で衛生的な合成樹脂フイルム、合成樹脂加工紙、パラフィン紙、硫酸紙、布で包装すること。

(2) 鶏卵の一般的保存基準

殻付き卵を加熱殺菌せずに飲食に供する場合にあっては、品質保持期限を経過していない生食用の正常卵を使用すること。生食用の殻付き卵は、10℃以下で保存すること。品質保持期間を経過した後は加熱殺菌して食すること。

(3) 牛乳の一般的保存基準

殺菌後、直ちに10℃以下で保存する。

(4) ゆでだこの一般的保存基準

10℃以下で保存する。ただし、凍結ゆでだこは－15℃以下で保存する。清潔で衛生的な有蓋の容器に収めるか、清潔で衛生的な合成樹脂フイルム、合成樹脂加工紙、パラフィン紙、硫酸紙で包装すること。

(5) 魚介類の一般的保存基準

清潔で衛生的な容器に入れ、10℃以下で保存する。

第２節　食品製造

１　食材の管理

①　食材は適切な保存条件で管理し賞味期限内に使用する。

②　産業包装(業務用包装)で保管している食材(小麦粉、食用油など)は、使用分を取り出す際や保管中において、特に異物混入、汚染が起こらぬように気を配る。

③　開封済みの食材は、賞味期限内であっても速やかに使い切る。

④　計量などのため、容器から一旦取り出した後の余剰分については、元の容器には戻さず別袋に保管し、速やかに使い切る(牛乳等の液体の食材は余剰が出た場合は廃棄する)。

２　製造機器・器具

(1) ベーカリーミキサー

①　ミキサーの使用に当たっては、必ず教員の監督のもと操作する。

②　電源を入れる際は、他の人が機械に触れる、または触れようとしていないかを必ず目視および声だしによって確認する。

③　ミキシング途中で生地に手を加えるときは、マニュアルギアタイプのミキサーの場合、必ずギアをニュートラルにする。

(2) オーブン

①　オーブンに天板等を出し入れするときは、フタ等で自身がやけどしないよう気を配るとともに、取り出した天板で他の人がやけどしないように声だしにより周りに注意を促す。

②　踏み台を使用してオーブン上段に天板等を出し入れする場合は、特に転倒に気をつける。

③　オーブンのスチーム機能を使用するときは、正面に人がいないか確認するとともに、声だしにより周りに注意を促す。

(3) その他

①　二重釜の中の食材を撹拌する際は、転倒防止のため踏み台は使用しない。

②　給湯機の湯温を高く設定して使用した場合は、次に使用する人がやけどしないよう必ず使用後に通常湯温に設定しなおす。

③　その他、蒸気、熱湯の出る器具を使用する際は、自身がやけどしないよう気を配るとともに、周りに注意を促す。

④　刃物を扱う場合は、自身、他人がけがをしないよう気を配り、洗浄の際は他のものと混ざらぬようにして作業を行う。

第３節　食品加工

１　加工実習時の注意点

(1) ジャムの製造

ジャムの製造においては、沸騰時 100℃以上の高温となり、皮膚等に付着した場合はやけどが重症化する場合がある。実習中はジャムの沸騰による飛散、転倒等に注意し、万一ジャムが付着した場合は、素早く流水で洗い流し、患部を冷却することを事前に説明する。

(2) 缶の巻き締め操作

機器への巻き込み事故等を防止するため、機器操作は教員が行い、生徒には非常停止の方法等を予め確認させる。機器の整備、点検時は必ず主電源が切れていることを確認してから行う。

(3) 瓶の取扱い

急激な温度変化を避け、破裂による負傷を防止する。

２　装置取扱いの注意点

(1) 釜(蒸気)

釜本体および配管部からの蒸気漏れの有無を常に確認するとともに、安全弁の作動圧力を確認する。運転中は急激なバルブ操作を避け、常に圧力計で蒸気圧の確認を行う。

釜周辺は整理し、転倒による事故を予防する。

(2) ボイラー

ア　ボイラーの管理

① ボイラー設置場所には、関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を見やすい箇所に掲示する。

② ボイラー設置場所には､必要がある場合を除き､引火しやすいものを持ち込まない。

③ 取扱説明書の指示に従い、定期的にボイラー本体、安全装置、計器類、配管等の自主検査を行うとともに、薬液等の投入を行う。

イ　ボイラーの運転

① 運転にあたっては、取扱説明書の指示に従い点検後運転を開始する。

② 水面計のある機種については、水位を常に確認する。

③ 運転中は圧力計で正確に圧力を測定する。

④ 燃焼状態を監視し、不着火や失火を予防する。

⑤ 運転中はボイラー室への生徒の入室を禁止する。

⑥ 高圧蒸気の危険性を実習前に説明する。

ウ　圧力容器の取扱い

① 第一種圧力容器については、１年以内ごとに１回の法定検査を受けるとともに、１か月以内ごとに１回の自主検査を行い、その結果を保存する。

② 使用記録簿を作成し、記録を保存する。

③ 運転操作は教員が行う。

④ 安全弁の作動圧力を確認する。

⑤ 圧力計で使用圧力を常に確認する。

第４節　肉加工

肉加工実習を行うに当たって、基本的な包丁の使い方及び機械の使用、衛生管理について十分に注意する。

１　肉加工専用機械の使用に関する注意点

(1) ミートミキサ(図３－１)

肉を攪拌する時に使用する。使用容量の範囲を守らないと攪拌時に止まってしまうため、範囲は守ること。また、プロペラが回っているため、手を奥まで入れると巻き込まれるので注意すること。

(2) サイレントカッタ(図３－２)

肉をペースト状にする時に使用する。蓋を開けるとカッタの回転は止まるが、肉を出す時、器具を洗う時に十分に注意する。またカッタが高速回転し皿も回転するため(図３－３)、蓋の隙間から異物を落とした場合はすぐに回転を止める。

(3) チョッパー(図３－４)

肉をミンチにする時に使用する。本体に螺旋状のプロペラ、刃などの機具(図３－５)を装着する。その際の留意点として、各部品は重いため確実に手で持ち、足などに落とさないようにする。また、上部の穴(図３－６)から肉を入れてミンチにするため、穴に手を入れる際は電源を切ってから行うこと。

(4) スタッファー(図３－７)

肉を充填する時に使用する。本体はもちろん、肉を入れるとかなり重くなるため、卓上に置く場合は左右の支えを確実に掴むようにする。ハンドルを回す際は、重さに引っ張られて倒れる、卓上から落ちて手や足を挟むことのないよう注意する。

図３－１
ミートミキサの刃

図３－２
サイレントカッタ

図３－３
サイレントカッタの刃

図３－４
チョッパ

図３－５
チョッパーの部品

図３－６
チョッパーの穴

図３－７
スタッファー

(5) パッカー(図３－８)

ハムを充填後、ケーシングの口を止める時に使用する。挿入口(図３－９)には決して指を入れないよう注意する。また、コンプレッサー(図３－10)と連動しているため、使用後はコンプレッサーの空気圧を抜いておく。

(6) ボイル釜(図３－11)

ハム・ウインナーソーセージなどをボイルする時に使用する。着火する際や火を止めた際など、ガス漏れに十分注意する。加熱殺菌する際、湯・釜ともに高温になっているため、やけどしないよう取扱いに注意する。

(7) ハムスライサ(図３－12)

ハムなどをスライスする時に使用する。大きな刃が付いているため、使用中や洗浄の際に手を切らないよう気をつける。

(8) ミートスライサ(図３－13)

肉をスライスする時に使用する。大きな刃が高速回転しながら前後に動くので(図３－14)、刃の進行方向に立たないようにする。使用中や洗浄の際に手を切らないよう注意する。

(9) 真空包装機(図３－15)

真空包装する時に使用する。袋をシールする温度は80℃前後の設定になっており、やけどの危険があるためシール部分は触らない。また、圧力をかけて真空にするため、圧力計を確認し圧力がかかり過ぎて機械に負担がないように注意する。

図３－８　パッカー

図３－９　パッカーの挿入口

図３－10　コンプレッサー

図３－11　ボイル釜

図３－12　ハムスライサ

図３－13　ミートスライサ

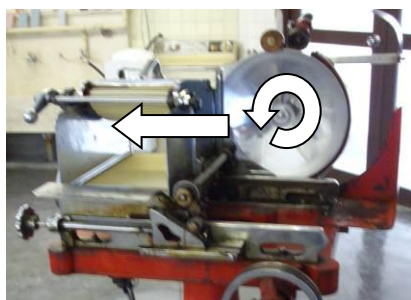



図３－14　ミートスライサの刃

図３－15　真空包装機

(10) **給湯器**(図３－16)

お湯を沸かす時に使用する。ガスの元栓を確実に開け閉めし、ガス漏れのないよう注意する。温度は最大75℃前後になるので、温度管理に十分注意しやけどをしないようにする。

(11) **包丁殺菌保管庫**(図３－17)

包丁やまな板などを殺菌し、保管する。75℃で40分間熱風を送り殺菌するので、殺菌中は扉を開けないようにする。また、殺菌後すぐは扉・庫内ともに熱いため、ある程度時間を空けてから触るようにする。

図３－16　給湯器

図３－17　包丁殺菌保管庫

２　衛生管理について

肉加工実習において最も気をつけなくてはならないことは、食中毒、経口伝染病、寄生虫などの予防である。食品衛生法に則り、それらの事故が起こらないよう十分に注意する。

第５節　乳加工

１　乳加工専用機械の使用に関する注意点

(1) チーズバッド(図３－18)

本体が高温になり、蒸気の配管(図３－19)も同じく高温となり、しかもむきだしになっているので、いずれもやけどに注意する。

図３－18　チーズバッド

図３－19　蒸気の配管

(2)クリームセパレーター(クリーム分離器)

モーターのプーリーと駆動部を結ぶＶベルトに巻き込まれないように注意する(図３－20)。ローターが重いので、足への落下に注意する。

図３－20　クリームセパレーター

図３－21　クリームセパレーターの部品

(3) アイスクリームフリーザー(図３－22)

部品の組み立て中に、あやまってスイッチを押してしまうと、組み立て中の部品が回りだして危険であるので、ブレーカーを落としておくこと。（図３－23)。

図３－22　アイスクリームフリーザー

図３－23　アイスクリームフリーザーの部品

(4) 洗瓶器（図３－24）

実習服が、回っているチェーン型の部位に巻き込まれないように注意する。

図３－24　洗瓶器

(5) 洗瓶槽（図３－25）

割れた牛乳瓶や傷のある瓶によって、指や手を切らないように注意する。

図３－25　洗瓶槽

(6) ホモジナイザー（均質器）（図３－26）

部品の中には、重量が大きい物があるので、足への落下に注意する（図３－27）。

機械を作動させる前に、部品がしっかりと固定されているか確認する。

図３－26　ホモジナイザー

図３－27　ホモジの部品

(7) 第１パスと第２パス（図３－28）

本体が熱くなるので、やけどに注意する。

(8) その他

牛乳処理場は、床がタイル張りであり、よくすべるので、転倒に注意する。

図３－28　第１パス（右）　第２パス（左）

図３－29　牛乳処理場の床

第６節　分析

１　薬品類の実験実習時における具体的取扱いの提要

(1) 毒物・劇物　(毒物および劇物取締法)

①　管理責任者をおく。

②　管理簿(保管量、使用量)作成する。

③　専用の保管庫(金属製、鍵)に「医薬用外毒物」「医薬用外劇物」を明示する。

(2) 有機化合物(有機溶媒)

①　ドラフトなどの換気装置のあるところで取り扱うこと。

②　防護器具(保護眼鏡、保護手袋、難燃性の作業着・白衣、アクリル板、防毒マスク)を有毒物質の侵入経路に応じて使用すること。

(3) 酸

①　皮膚に付着したときは大量の流水で十分洗浄する。

②　硝酸は、木材、セルロースと混じると自然発火する。

③　硫酸の希釈は、水に硫酸をそそいで薄めること。

④　フッ化水素酸は、皮膚に付着したら大量の水で洗った後、70%のアルコールに30分以上浸漬する。

(4) アルカリ

①　必ず、ゴーグル型保護眼鏡を着用すること。

②　容器の密栓に注意すること。

(5) 危険物(消防法、高圧ガス保安法)

①　爆発、発火の危険性があることに留意し、実験計画を立てること。

②　事故が起こった場合の二次災害や被害の拡大を防ぐ配慮をしておくこと。

③　皮膚に付着することによるやけどに注意する。

④　取り扱う実験室内では、保護眼鏡を着用する。

⑤　必要に応じ、保護手袋、防塵マスク、防毒マスク、保護面、耐熱衣を使用する。

(6) 環境汚染物質

①　試薬類としての発がん性物質は、環境中にあるものより桁違いの濃縮状態であることに特別の注意を払うこと。

②　実験に発がん性物質(第１群、第２群Ａ)を取り扱う必要がある場合は、別の物質での代替を検討する。どうしても代替できない場合は、ドラフトの使用、保護手袋、保護眼鏡、防毒マスクを使用し、防護を十分にすること。

③　水質汚濁物質、悪臭物質・オゾン層破壊物質等の環境汚染物質は関連法令に従い、廃棄しなければならない。

２　薬品に関する関係法規の種類と薬品類の区分

(1) 危険物質

ア　消防法(おける危険物質について)

「消防法」では、固体・液体の危険物質について指定数量を定めてこれを危険物としている。指定数量以上の危険物は、許可を受けた危険物施設でこれを貯蔵し取り扱うこと。この法律によって、危険物は次に六つに分類されている。また、代表的な第四類引火性液

体の指定数量は下記のとおりである。

①　危険物の分類

第一類(酸化性固体)　第二類(可燃性固体)

第三類(自然発火性物質および禁水性物質)　第四類(引火性液体)

第五類(自己反応性物質)　第六類(酸化性液)

②　第四類引火性液体の指定数量

特殊引火物：エーテル50ℓ、二硫化炭素50ℓ、アセトアルデヒド50ℓ

アルコール類：(水溶性)メチルアルコール400ℓ、エタノール400ℓ

第1石油類：(非水溶性)ガソリン・ベンゼン・トルエン・酢酸エチル200ℓ
(水溶性)アセトン400ℓ

第2石油類：(非水溶性)灯油・軽油1,000ℓ、(水溶性)氷酢酸2,000ℓ

第3石油類：(非水溶性)重油2,000ℓ、(水溶性)グリセリン4,000ℓ

第4石油類：潤滑油、ギヤー油、シリンダ油、マシン油、モーター油6,000ℓ

動植物油類：10,000ℓ

イ　高圧ガス保安法(おける危険物質について)

「高圧ガス保安法」では、ボンベに充填された気体である高圧ガスの取扱いについて規制している。高圧ガスには、圧縮ガス、圧縮アセチレンガス、液化ガス、その他の液化ガスがあり、高圧ガスの性質による分類は次のとおりである。

(ｱ) 可燃性ガス

点火すると燃たり､空気と混合して､爆発性の混合ガスを形成する(例　水素､エタン､エチレン、プロパン、一酸化炭素)

(ｲ) 不燃性ガス

可燃性ガスのように燃えるおそれはないが、吸入した場合、酸素欠乏による窒息が起きる。(例　窒素、ヘリウム、ネオン、フロン、二酸化炭素)

(ｳ) 支燃性ガス

それ自体は燃えたり、爆発したりするおそれはないが、燃焼を支え火勢を強め、激しく燃焼させる。(例　酸素、空気)

(ｴ) 毒性ガス

吸入すると中枢神経麻痺、けいれん等を起こす。高濃度ガスを吸入すると極めて危険である。(例　アンモニア、一酸化炭素、塩化 水素、硫化水素)

ウ　労働安全衛生法(おける危険物質について)

「労働安全衛生法」では、爆発性の物、発火性の物、引火性の物、労働者に危険を生ずるおそれのある物に関して、第20条別表第１に固体・液体・気体危険物質の薬品名及びその化合物を区分し、労働安全衛生規則第 256条にその取扱い方法を規制している。

(2) 有害物質

ア　労働安全衛生法(おける有害物質について)

「労働安全衛生法」では、有害物質の容器や包装に名称や成分含有量などの表示を義務づけ、有害性を作業者に知らせなければならないとしている。また、作業者に対して健康被害の予防対策を定めた諸規則が制定され、化学薬品に関する諸規則は次のようなものがある。

①　特定化学物質等障害予防規則

②　有機溶剤中毒予防規則

③　四アルキル鉛中毒予防規則・鉛中毒予防規則

そして、職業がんの予防のため、作業者に厳しい法的規制を行なっている。なお、日本産業学会が提示する発がん性物質のいくつかを以下に例示する。

第１群(人間に対して発がん性のある物質)

塩化ビニル、クロム化合物(６価)、すす・タール及び鉱物油、石綿、２−ナフチルアミン、ヒ素およびヒ素化合物、ベンジジン、ベンゼン、硫化ジクロルジエチレン(マスタードガス・イリペット)、エチレンジオキシド、カドミウム(化合物)、ニッケル化合物

第２群Ａ(人間に対しておそらく発がん性があると考えられる物質[証拠がより十分である物質］)

アクリルニトリル、硫酸ジエチル、ホルムアルデヒド、硫酸ジメチル、ＰＣＢ(ポリ塩化ビフェニル類)

第２群Ｂ(人間に対しておそらく発がん性があると考えられる物質[証拠が比較的不十分である物質］)

o−トルイジン、クロロホルム、ヒドラジン、ＤＤＴ、四塩化炭素

イ　毒物及び劇物取締法(における有害物質について)

「毒物及び劇物取締法」は、毒物及び劇物について保健衛生上の見地から必要な取締を行うことを目的とした法律であり、医薬品及び医薬部外品以外の有害物質を毒物と劇薬に分けている。 毒物とは、27種類と政令でこれらを含む製剤を挙げている。劇物とは93種類と政令でこれらを含む製剤としている。また毒物の中でも、特に経皮性毒性の強いものを特定毒物に指定し、９種の毒物とこれらを含む製剤を挙げている。

第７節　応用微生物

１　微生物取扱い上の注意点

①　微生物実験で取り扱う微生物が肉眼では見えないことに注意する。

②　教職員は消毒、滅菌、無菌操作についての理論と技術を熟知しておく必要がある。

③　微生物を扱う実験室内での飲食は厳禁である。

④　天然から分離した未同定の菌については細心の注意を払わなければならない。

⑤　微生物の取扱いに当たっては菌を手や衣服に付けない。

⑥　使用した器具や廃棄物は必ず滅菌し、環境を汚染しない。

⑦　未同定の菌が付着していると思われるガラス器具､針などで負傷した場合､必要に応じ、医療機関で受診させる。

２　遺伝子を扱う実験(遺伝子組み換え、ＤＮＡ分析による品種鑑定)の注意点

遺伝子組換え実験について「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」(カルタヘナ法)が平成16年に施行された。カルタヘナ法において遺伝子組換え生物等を圃場での栽培や飼料利用、食品工場での利用など、拡散防止処置をしないで環境中で使用する第一種使用と、実験室での使用や培養発酵装置での培養、飼育区画等での栽培・飼育など、環境中への拡散防止処置をして使用する第二種使用に分けられている。この実験を行うには微生物に関する知識と実験法に習熟していなければならない｡外界への拡散を防ぐために、実験施設・設備・操作法等による物理的な封じ込めは組換え体の危険度によってＰ１、Ｐ２、Ｐ３、P4 のレベルに区分される。生物的封じ込めは組換え体の外部環境での生存能力に応じてＢ１、Ｂ２のレベルに区分される。

専門高校で、遺伝子組み換え実験を行なう際の配慮事項を以下に示す。

(1) 実験の範囲について

取り扱おうとする組換え体が、事前に旧「組換えＤＮＡ実験指針」第８章が定めた範囲を逸脱していないことを確認しなければならない。

(2) 実施計画と実施記録

事前に、組換え体の発生と処分の期日を定めなければならない。また、実験後は実施記録を作成し保存しなければならない。

(3) 教材受け入れと使用の記録

実験教材として使用する宿主およびベクターの受け入れとその使用に関して、その教材ごとに記録を作成しなければならない。

(4) 拡散防止措置の基準

「研究開発等にかかわる遺伝子組み換え 生物等の第二種使用等にあたって執るべき拡散防止措置を定める省令」(平成16年文部科学省・環境省令第１号)に定められたＰ１レベルの組換え体拡散防止措置をとらなければならない。

(5) 実験の場所

組換え体は発生から処分まで実施計画における実験室から出してはならない。

(6) 実験室内の表示

遺伝子組換え体が発生中は、実験室の総ての出入り口にその旨を明示し、ドアや窓を開放してはならない。

(7) 実験室内への立ち入り制限

実験期間中は、関係する教職員と生徒以外の入室は原則として禁止とする。

(8) 生徒への事前指導

参加する生徒には事前に、実験上の注意事項について説明し、理解させる。

(9) 実験の中止

実験中に生徒が教職員の指示に従わない等、組換え体漏出の危険が生じた場合は、直ちに実験を中止し、組換え体を不活化する措置を講じなければならない。

(10) 不活化処理

組換え体の不活化処理は原則としてオートクレーブを用いた高温高圧処理か塩素系洗剤を用いた殺菌処理とする。このいずれもが適用できない場合のみ70%エチルアルコールを用いた殺菌処理による不活化をおこなう。

(11) その他

有害物質の使用の回避や有害で使用後の処理が困難な薬品を使わない実験方法の工夫改善など、環境に配慮した廃液や薬液の処理方法をとる。

3　微生物を取り扱う食品製造実習における危険性とその対応

(1) 味噌(麹づくり、みその製造)

①　蒸し米取扱い時におけるやけどに注意する。

②　破砕機誤操作、不注意によるけがに注意する。

(2) 発酵食品(しょうゆ、納豆、酒類、チーズ、ヨーグルト)

それぞれの専用機械の安全な使用に留意して製造を行う。

第４章　　　畜産分野

第１節　家畜衛生

１　法令

牛海綿状脳症（ＢＳＥ）の発生をきっかけとする国民の食の安全に対する不安を解消するため、平成15年に食品安全基本法が制定された。そして農林水産省により畜産物の生産に関する家畜伝染病予防法が平成16年に改正され、さらに、家畜（牛、豚、鶏）に関する飼養衛生管理基準が制定された。

しかし、平成22年４月に宮崎県で発生した口蹄疫では、我が国の畜産にとってかつてないほどの大きな被害をもたらし､また､同年11月に島根県で発生した高病原性鳥インフルエンザは、その後、宮崎県、鹿児島県、愛知県、大分県、和歌山県、三重県、奈良県、千葉県においても発生が確認され、甚大な被害をもたらした。そこで平成 23 年にさらに家畜伝染病予防法が厳しい内容に改正され、それに伴い飼養衛生管理基準も、その対象が従来の家畜（牛、豚、鶏）以外の家畜（馬、緬羊、山羊、水禽等）にも広げられ、さらに畜種別により厳しい基準へと改正された。そして、農業高校においては、家畜保健衛生所の指示に従い飼養管理を行わなければならない。

(1) 家畜保健衛生所の指示事項

ア　全ての飼養家畜に対して衛生管理区域の設定

イ　衛生管理区域内立入り制限

　　管理者許可者以外進入禁止の徹底

ウ　衛生管理の更なる徹底

　　立入者及び進入車輌の消毒

　　畜舎及び使用道具の清掃、消毒

　　野生動物の進入防止

エ　感染経路早期特定の為の立入者、進入車輌の記録作成と保存

オ　各衛生管理区域専用の作業着及び靴等の設置（家禽、豚）

カ　定期報告書（要校長印）の提出と家畜保健衛生所監査及び指示事項遵守

　　家畜伝染病予防法第12条の４第１項の規定

２　人畜共通感染症

(1) 人畜共通感染症の定義

動物から人にもたらされる生物災害の中で最も危険なものに人畜共通感染症がある｡近年、人畜共通感染症は「脊椎動物と人との間で自然の状態で伝播するすべての疾病と感染で、寄生虫症と細菌性食中毒も含む」と定義されている。

人畜共通感染症の病原体は、ウイルス、リケッチア、クラミジア、細菌、真菌、原虫、寄生虫など世界的には約 400種類ほど知られ、わが国には 100種類ほど存在するが、そのうち約30種類程度の疾病が存在すると考えられている。

(2) 人畜共通感染症の注意すべき代表例（表４－１）

表４－１　人畜共通感染症の代表例

病原体	疾病名	病原巣	感染経路	対策
ウイルス	日本脳炎	豚、馬	蚊の刺咬	ワクチン接種、蚊の駆除
	狂犬病	犬、狐、肉食獣	咬傷	ワクチン接種
	インフルエンザ	人、豚、鳥類、馬	飛沫、経口	ワクチン接種
リケッチア	Ｑ熱	野生動物、家畜、マダニ	経口	生肉、生乳の飲食を避ける
				洗い励行
クラミジア	オウム病	鳥類	経口、吸入	接吻を避ける
細　菌	サルモネラ症	鶏、豚、牛、ネズミなど	経口感染	一般的な食品衛生対策
	腸管出血性大腸菌症	牛、羊、山羊など	経口感染	生肉、生乳の飲食を避ける
	炭疽	牛、馬、豚、羊、山羊など	経口感染	ワクチン接種
	ブルセラ症	牛、豚、羊、山羊など	経口感染	ワクチン接種
	牛結核	牛、山羊など	経口感染	ワクチン接種
真　菌	クリプトコッカス症	鳩、猫など	吸入	糞便処理を厳重にする
	皮膚糸状菌症	犬、猫、牛、馬、豚など	接触	患畜の治療、手洗い励行
原　虫	トキソプラズマ症	猫、豚、羊、人など	経口感染	猫の健康管理
				肉生食を避ける
	クリプトスポリジウム症	牛、豚、鶏など	経口感染	糞便処理を厳重にする
				生水を飲まない
寄生虫	肝蛭症	牛、羊、豚	経口感染	生レバーの生食を避ける
	疥癬症	犬、猫、鳥類	接触	飼育施設の衛生管理

(3) 人畜共通感染症の予防

ア　毎日の飼養管理

(ｱ) 飼養施設の適切な管理

施設の清掃は定期的に行い、必要に応じて消毒を行う。清掃時には専用のエプロンや手袋などを着用し、動物の排せつ物や汚物を直接扱うことのないようにするとともに、吸引などを避けるためマスクを着用することが望ましい。消毒には、飼養施設の材質などに応じて、熱湯消毒、日光消毒および消毒液を用いた消毒をする。動物の排せつ物や汚物は速やかに処理をする。

これらのことは、良好な生活環境を維持するためだけでなく、人畜共通感染症を予防するうえで重要である。

(ｲ) 飼料、水の適切な管理

飼料、水は新鮮なものを与え、飼料は適切に管理する。

イ　動物の健康管理

(ｱ) 動物のチェック

動物は人畜共通感染症の病原体に感染しても、はっきりとした症状を示さない場合も

あるので、常に動物の健康状態を観察することが必要である。特に、幼齢動物および施設に新たに導入した動物については、環境変化などからストレスを受けやすく、疾病に罹りやすいため、より詳しく観察する。導入動物については、伝染性疾病が疑われる異常がないことを確認するまでの間、他の動物と直接接触させない。

(ｲ) チェック項目

① 元気、食欲はあるか

② 鳴き声、呼吸の状態はいつもと同じか

③ せき、くしゃみをしていないか

④ 被毛、羽毛のつやはよいか(逆立ったり、抜けたりしていないか)

⑤ 目やに、耳だれ、鼻水などは出ていないか

⑥ 糞や尿の状態、肛門に異常はないか(色調、下痢、血便、寄生虫の有無など)

⑦ 発熱はないか

(ｳ) 異常を発見した場合の対処法

動物の異常を発見したら、その動物を隔離し、必要に応じて獣医師の診察を受ける。家畜伝染病予防法に基づく監視伝染病の特定症状を呈したときは、直ちに家畜保健衛生所に通報する。

ウ　適正な動物の取扱いなど

(ｱ) 野生動物、衛生害虫の侵入防止

野鳥やネズミ、昆虫などが人畜共通感染症を媒介することがあるので、これらの動物の侵入を防ぎ、必要に応じてネズミなどの駆除を行う。

(ｲ) 手洗い、うがいの励行

動物を扱う前後には、消毒薬を用いて手を洗う。また、うがいも効果的である。

(ｳ) 動物との濃厚な接触は避ける

口移しで餌を与えたり、動物を扱う作業台などで食事をとったりすることは避ける。また、動物を扱う際の衣服、履物は、専用のものを用い、常に衛生に配慮する。

(ｴ) 体調が悪い生徒には動物を扱わせない

実習開始時に申告させるなどし、生徒の健康状態を把握することも予防のためには必要である。

人畜共通感染症に感染しても、風邪やインフルエンザ、皮膚病などに似た症状が出る場合が多く、病気の発見が遅れがちになる。早めに医療機関で受診し、必要に応じて動物の飼育状況についても医師に説明する。

(ｵ) 動物に咬まれたり、引っ掻かれたりした時は適切な処置を行う

速やかに傷口を流水、石鹸で十分に洗浄した後消毒し、必要に応じて医師の診断を受ける。また、咬まれたりしないよう施設設備の安全管理も重要である。

第２節　酪農

１　搾乳

酪農経営を営んでいくうえで搾乳作業は毎日休むことのできない作業である。栄養的価値が高く、しかも衛生的で美味しい生乳の生産に励むことは生産者の義務であり、そのためには牛の健康や飼料管理、搾乳技術に留意することが必要不可欠である。そして、食の安全や実習生徒の安全を確保するために下記の点に注意する。また、毎日の作業なので「ついうっかり」して見逃す危険性もあるので注意する。

(1) 搾乳作業時の注意点

① 搾乳開始時刻を守る。

② 搾乳前や搾乳中は大きな音をたてたり、騒がしくしたりせず牛をリラックスさせる。

③ 搾乳前に手指をきれいに洗い、清潔な服装で作業する。

④ 牛体をなるべく清潔な状態で保ち、搾乳前には必ず牛舎、牛床の掃除を行う。

⑤ ミルカーを装着する前には必ず乳房の清拭を行うとともに検乳を実施し、乳房炎の有無を確認する。この際、急に牛の乳房に触れるとびっくりして蹴ることがあるので、直前に声をかけたり、軽く触れたりして今から搾乳されることを予告すると良い。

⑥ ミルカーはすばやくスムーズに装着し、オキシトシン(射乳ホルモン)の効果のある５分程度の間に搾り終るようにする。

⑦ 過搾乳は牛が痛がって暴れ、乳房炎の原因にもなるので注意する。

⑧ 搾乳器具は洗浄、消毒を徹底して行い、常に衛生的に管理する。

２　子牛の育成管理

育成の前期は牛の体格も小さく扱いやすいが、月齢が進むと大きく成長するので、発育段階に見合った飼育管理技術が必要とされる。

(1) 哺乳期

ア　哺乳期の育成管理

哺乳期間中は子牛の抵抗力が弱く、細菌やウイルスなどの病原体に感染しやすい時期である。子牛はストレスにも弱いので密飼いを避け、防寒や換気などに気をつけることが重要である。特に多い疾病は下痢と肺炎であり、伝染するので病畜は隔離などの処置が必要である。

イ　哺乳作業時の注意点

① ミルクなどの飼料給与、はマニュアルを作成し給与量や給餌の時間を守る。

② 牛体はブラッシングなどの手入れを行ないできるだけ清潔に保つとともに、敷料を十分に敷いて保温に努める。

③ 生後間もない子牛は病気にかかりやすいので、ミルクやスターター(子牛用濃厚飼料)の食い込みや糞の状態などを常に観察し、異常があれば体温測定を行う。

④ 哺乳器具は十分に洗浄し、乾燥させて保管する。

⑤ 子牛房の掃除はまめに行い、哺乳期間が終了したら消毒を行う。

⑥ 哺乳期間中に除角を行う時は、保定を確実に行い、施術者の焼きごてによるやけどに注意する。

(2) 育成期

ア　育成期の管理

育成期は牛の一生の中で最大の成長を遂げる時期であるので、過肥にすることなく十分に発育させることが重要とされる。そのためには適切な栄養管理や運動を行う必要があり、発情を確認して適期に授精、受胎させなければならない。

イ　育成作業時の注意点

①　牛の体重や体格の測定を定期的に行い、発育状況をチェックする。

②　牛の体重や月齢に応じた栄養管理の特長を知り、過不足のない飼料給与を行う。

③　月齢の経過とともに牛の体重も増加していくので、除糞作業や飼料給与の際に足を踏まれないように注意する(安全靴を履くことが望ましい)。

④　もくし(調教や牛を移動させるためのロープ)を頭部にかけられることに慣れさせ引き運動などを行って、人の指示に従うように調教する。牛が大きくなってからやろうとするとなかなか指示に従わず、力も強く危険なので子牛の頃からやり始める。

⑤　生後８～10ヶ月頃に初発情がくるので観察するとともに、それ以降、発情予定日を予測して、発情の観察をし、適期に授精を行う。発情牛は人にも乗りかかってくるので除糞作業の際には気をつける。

第３節　養豚

１　危害の防止について

平常はおとなしい豚でも、発情時、興奮状態の時、ストレスが重なっている時などは狂暴になり、突進される、突き上げられる、噛まれるなど、予測しない危害を加えられることがある。また、種雄豚などの力も強く牙もあるような豚は、遊んでいるつもりでも些細なことで大きなけがに繋がる。豚を管理するに当たっては生理・生態を十分に理解し、正しい知識で飼養管理することが重要である。何か異常があった場合は必ず教職員に報告させる。

(1)　交配

交配の時は基本的には、母豚を種雄豚の豚房に移動し交配させる。母豚が動かないなど、やむを得ない場合は種雄豚を移動するが、母豚・種雄豚とも興奮状態であるため近づかないように注意する。

(2)　分娩

分娩１～２週間前に分娩房に移動し、母豚が子豚を踏むのを防ぐため分娩柵(図４－１)を設置する。設置する際は餌などを与えて母豚の注意を他にそらし、母豚に噛まれる、押されて指をつめるなどのけががないようにする。また、分娩柵は重く長いため、１人で持つとバランスを崩しやすく落としやすい。基本的には２人で持ち、やむを得ず１人で持つ際は十分に注意する。

(3)　子豚の処置

子豚が生まれると、生後間もなく抜歯、尾切り、鉄剤注射を行う。神経質な母豚は子豚を守ろうと、近くにいる人間を噛むこともあるので、それらの作業をする時は母豚に近づかないようにする。また、生後１カ月程度になると雄は去勢する(図４－２)。

(4)　ワクチネーション

豚が病気になる原因として、ウイルス・細菌・原虫・寄生虫などがある。豚舎を清潔に保つのはもちろんのこと、予防法として定期的にワクチン接種をする。その際は豚をストール(図４－３)に入れ、さらに板で保定して臀部に注射する。豚に押されてけがのないよう確実に支える。

図４－１　分娩房と分娩柵

図４－２　去勢

図４－３　ストール

２　衛生管理について

家畜衛生保健所の衛生管理にかかわる指示事項に従い、衛生的な飼養管理に努める。

第４節　家禽

１　飼養管理作業の注意

①　服装は、鶏舎専用の作業服・長靴を使用する。

②　鶏の健康観察を行う。

③　えさ箱・給水器・産卵箱等は清潔に保つ。

④　鎌や押し切りを使用するときは、手を切らないように注意する。

⑤　作業終了後は掃除を行い、鶏舎内を清潔に保つ。

⑥　鶏舎に出入りの時は手指及び靴の消毒を行う。

⑦　作業日誌を必ず書く。

２　鳥インフルエンザ対策

①　飼養鶏の健康観察を行い、異常鶏の有無の確認を徹底する。

②　異常鶏を発見した時には、家畜保健所へすみやかに通報をする。

③　消毒施設設置とその消毒液の定期的な交換により、農場出入口での適切な消毒を徹底する。

④　畜舎周囲へ消石灰を散布し、野生動物等の進入防止対策に努める。

⑤　鶏舎に出入りの時は手指及び靴の消毒を行う。

⑥　家禽舎その他の衛生管理区域内の施設及び器具の清掃および消毒を定期的(月に１・２度)に行う。

３　と殺・解体

(1)　作業所内及び器具類の洗浄・消毒

衛生管理に留意し、作業場の清掃洗浄を徹底する。また、作業台やまな板(図４－４)、包丁や器具類は、洗浄後、熱湯消毒及びアルコール消毒する。

(2)　刃物の使用上の注意点(図４－５)

包丁類は、切れ味を保てるように十分に研ぐ。また、作業中に自らの手を切るだけでなく、刃物を持って移動する際などは刃先を下に向けるなど、周囲の人を傷付けることのないよう細心の注意を払う。

図４－４　ステンレス台と抗菌まな板

図４－５　やすり棒とさばき包丁

第５節　展示動物

１　飼養管理基準

展示動物の飼養及び保管に関する基準が、平成16年４月に環境省告示 33 号により示されている。そこでは、展示動物は動物園動物、触れ合い動物、販売動物、撮影動物の４種からなることが明確に定義されている。触れ合い動物とは、人との触れ合いの機会の提供が目的として飼養及び保管する動物とある。

そして、ふれあい動物園活動での対象は、保育園児、幼稚園児から高齢者まで幅広い年齢層で、多様で扱う動物もマウス、ラット、ハムスターなどの小動物から、ポニー、アルパカなどの大型動物まで多様である。動物を用いて人と人との絆を深めることが活動目的なので、動物の馴化と健康、衛生管理は必須である。そのため、日常の飼養管理では、人と動物双方にとって安全な取扱い方法を身に付けるとともに、衛生観念をもつことが大切である。

２　各動物種の取扱い方

⑴　マウス、ラット、スナネズミ、ハムスター類

これらの小動物の導入にあたっては、実験動物専門業者から検疫済の動物を導入する。捕獲は両手で水をすくうようにすればよい。保定は咬傷の防止が要点であり、頸部の皮膚と尾をつかみつつ手掌の中に包み、首が動かないようにする。

⑵　モルモット

非常に温順な動物であるが、爪で傷付けられることがあるので、定期的に爪を切る必要がある。捕獲、保定は前述の小動物と同様である。ただし、前躯だけを持ってぶら下げてはいけない。必ず一方の手で腰部を受けやる。

⑶　ウサギ

強力な後肢で蹴られ、爪で傷付けられることがあり、また咬まれることもある。保定では耳をつかんで持ち上げてはいけない。片手で頸部の皮膚をつかみ、もう一方の手で腰部を受ける。定期的に爪を切る必要がある。

⑷　フェレット

本来、獰猛な肉食獣なので日頃から馴化(楽しく遊んでやる)を心がける。取り扱う際は、どの動物も同じだが、優しく声をかけながら捕獲する。保定する際は一方の手で胸部をすくうように持ち、必ずもう一方の手で腰部を受ける。モルモットと同じく前躯だけを持ってぶら下げてはいけない。定期的な爪切りが必要である。

⑸　ヤギ、ヒツジ

おとなしい動物であり、比較的扱いやすいが、角で目などを突かれないように注意する。保定は１人が前躯、もう１人が後躯を持って少し持ち上げながら倒せばよい。

⑹　ミニブタ

ミニブタは体重60㎏程度であるが、雄は牙が発達しているので、これにかけられぬように気をつける。年に２度は牙を切る必要があるが、この場合は、鎮静あるいは麻酔をする。

⑺　ウマ(ポニー)

ウマは神経が繊細で、恐怖心の強い動物である。不安を感じたウマは、蹴る、噛む、跳ねる、抱きつくなどの防御行動を起こす。筋力、運動能力に優れた動物であるから、これらの防御反応に巻き込まれると致死的な傷害を被りかねない。したがって、ウマの取扱いの基本

は、そのウマの性質を充分理解し、恐怖や不安を与えないことである。ウマに接近する前には、まずウマの表情を読み取ることが重要である。目つきが鋭く、両耳を後方に伏せているときは警戒の表情であり、敵意をもっている。鼻翼を広げて浅い呼吸をしているときは不安や恐怖を表わし、頭と尾を高く挙げ、鼻孔を開き、大きな息づかいをする状態は、何かに驚いて神経を集中させているときである。ウマに接する際、人がウマにおびえていると、ウマはその不自然さを察して恐怖感を抱いてしまうので、温和な落ち着きをもって扱わなければならない。ウマには穏やかな声をかけながら近づき、２ｍくらい手前で一旦止まり、ウマを安心させて落ち着かせる。その後ウマの左肩あたりから静かに近づくのが原則である。後方からいきなり接近すると非常に危険である。ウマの取扱いは頭絡(ホルター)およびそれに取り付けた手綱(リード)を利用し、曳き運動や馬繋柱に繋いだり、枠場に保定したりする。ウマを扱うときは慣れた保持者が欠かせない。保定後もウマを興奮させると大事故になることがあるから、細心の注意が必要である。おとなしくさせるためには鼻捻棒も効果がある。

(8) アルパカ

ウマほどではないが、繊細で警戒心の強い動物である。不安を感じたアルパカは、蹴る、噛む、跳ねる、抱きつくなどの防御行動に加えて唾(第１胃内容物)を吐きかける。アルパカを捕獲する時は、必ず２人以上で行い、両手を大きく広げ、静かに牧柵か畜舎の隅に追い込んで捕える。この時、乱暴に追いかけまわしてはいけない。アルパカの取扱いは頭絡(ホルター)およびそれに取り付けた手綱(リード)を利用し、曳き運動をしたり、牧柵に繋いだりする。剪毛や削蹄、犬歯の切断などを行うときは、前肢２本、後肢２本をそれぞれそろえてロープで縛り、それぞれのロープの先端を牧柵か畜舎の柱にひっかけ、ゆっくりと前後に曳きアルパカを伏臥させる。剪毛の場合は横臥させる。

(9) コーンスネーク

温和なヘビなので捕獲する際は両手で水をすくうようにしてすくい上げる。ただし、給餌にあたっては、餌を直接つかまず、ピンセットか割り箸を用いる。

3　触れ合いを主とした移動動物園活動における注意点

(1) 動物の健康及び安全の保持

① 健康状態を常に把握する。

② 適正な給餌・給水、必要な運動、休憩・睡眠を確保する。

(2) 人の安全の確保

観覧者(触れ合う人)と飼養管理者双方の安全を確保する。

(3) 人畜共通感染症

① 人と動物の共通感染症とその予防に対策について熟知しておく。

② 感染の可能性を留意し、不適切な接触を防ぐ。

③ 動物の排泄物等を適切に処理する。

④ 衛生管理の徹底。特に手洗い消毒を十分に行う。

(4) 運送時の取扱い

① できるだけ短い時間で輸送できる方法を探る。

② 必要に応じて適切な休憩時間を確保する。

③ 適切な間隔で給餌及び給水を行う。

④　適切な換気及び通風により適切な温度及び湿度を維持する。
⑤　展示動物の安全の確保、衛生の管理及び逸走の防止を図る。
⑥　人への危害の防止に努める。
⑦　積み下ろし時や輸送運転時は、細心の注意を払う。

(5) 展示動物との接触

①　飼養管理者の管理下のもとで触れ合いは行う。
②　動物との触れ合いに関する注意事項を事前に十分に観覧者に指導する。
③　感染症の予防に努める。

第２部　　工　業

第１章　　　機械分野

第１節　機械工作

我が国の機械工業を見ると、切削理論の著しい発展と新しい工具の出現により、加工能率や加工精度の高い工作機械が作られ、設備化されつつあり、同時にＮＣ化や自動化への傾向も強くなってきている。これらの新鋭工作機械と従来の工作機械とが一体となって、現在の我が国の工業を支えている。

１　工作機械のＮＣ化・自動化と安全性

工作機械における自動化の歴史は、従来の自動化が単能的なものであったのに比べ、多品種少量生産のニーズを受け、ＭＥ(Mechanical Electronics)と機械技術とが融合することでＮＣ(Numerical Control)化や自動化を促進し、フレキシビリティをもった自動機械を生みだした。このことは、人と機械の接触の機会をなくすことから、災害防止の安全対策としても有効であり、技術の進展とともに汎用工作機械はＮＣ化が進んでいる。

学校における工作機械のＮＣ化・自動化は決して安全性が高いとはいえないため、教員が従来の工作機械に関する安全な取扱いに精通するとともに、ＮＣ化・自動化された機械の安全な取扱い方法にも習熟することが、これからの技術教育において最も重要な課題である。

２　機械工作実習を行うにあたって

(1)　安全作業マニュアルの作成

ハイテク化した工作機械を生徒が直接操作する場合には、慎重を期さなければならない。そのため、生徒が工作機械を安全に操作・作業できるよう安全作業マニュアルを作成して事故の防止に努める必要がある。また、始業時・終業時点検と担当教員間の連絡は、実験・実習における事故や災害の防止のための有効な手段である。工作機械が故障や不良状態になる前に定期的にメンテナンスを行うとともに、教員間の協力体制を整えることが必要である。

(2)　「知らない機械にはさわらない」

ＰＣ(Personal Computer)制御の工作機械においては、直接の操作がキー操作による画面上の処理であるため、安易にキー操作をしないように注意する。キー操作一つで大きな工作機械が動くことを、特に注意しなければならない。

安全な操作方法を知らなかったことに起因する災害を防止するためにも、生徒に「知らない機械にはさわらない」ということを守らせる必要がある。

３　作業用工具の安全知識

工具は長期間使っているうちに、欠けたり、曲がったり、ひびが入ったりするものである。このような工具の使用がけがにつながりやすいので、工具を使う時は必ず点検し、悪いものは使わないようにする。

作業用工具についての一般的な注意点は、次のとおりである。

①　目的に適した工具を選択する。

②　工具を勝手に加工しない。

③　工具についている油脂類は使用前にきれいに拭き取る。

④　油脂のついた手で工具を扱わない。
⑤　安定した姿勢で使用する。
また、主な工具の使用上の注意点は、次のとおりである。

(1) ドライバ

①　ドライバは、曲がったものや先の丸くなったものは使わない。
②　ドライバの先は、ねじの頭の溝に合ったものを選ぶ。
③　手への突き刺しを防止するため、締め付けの対象物を手で持たない。

(2) スパナ類

①　ボルト、ナットの大きさと口のサイズが一致したものを使用する。
②　あごを内側にして使用する。
③　原則として、手前に引くように使用する。

(3) ハンマ

①　ハンマは頭が抜ける危険があるので、事前によく点検し、注意して使用する。
②　サビ付いたものを打つ際は、保護眼鏡を必ずかける。
③　振る前には、周囲を確認する。
④　打ち下ろすときに、手が滑らないようにする。

(4) たがね

①　頭部がめくれたものは使用しない。
②　叩いた反動で飛ばないように、片手で軽く握る。
③　はつり作業をする時は，保護眼鏡を使う。

(5) やすり

①　柄付きやすりは、必ず完全な柄を付け、しっかり固定してから使用する。
②　摩耗したものは使用しない。
③　テコやハンマの代用にしない。
④　切り屑を吹くと目に入ることがあるので、保護眼鏡を使う。

(6) 弓のこ

①　工作物を安定した状態で、しっかり固定して作業する。
②　作業前に刃・柄の固定状態を確認し、摩耗した刃は取り替える（２～３回軽く使用して緩みを点検する)。
③　切断の終わり近くでは、力を抜いて軽く切る。

(7) ハンドドリル（携帯用の電気ドリル）

携帯用の電気ドリルは固定された大型重量物の穴あけに用いるもので、小片の穴あけには工作物の固定が容易なボール盤を使用する。

①　穴をあける位置にセンタポンチ穴を打ち、ドリル先端が滑らないようにする。
②　腕の力や身体の重みでドリルを押し付けるので、身体のバランスを失わないように常に注意する。
③　工作物の表面に垂直にドリルを立てて穴あけをする。
④　ドリルが噛み込むと回転の反動が手にくるので、それに対して安全な姿勢をとる。
⑤　ドリルの先端が入ってから方向を変えない（折れて飛ぶ危険性がある)。
⑥　加工終了近くの抜ける直前には送りを少なくし、しっかり握る。

(8) ハンドグラインダー(携帯用のディスクグラインダー)

① 回転砥石円板が割れて飛散することがあるので、保護眼鏡を必ずかけ、慎重に作業する。

② 切り粉が火花となって飛ぶので、研磨する方向を選ぶ。

③ 研磨の反動が手にくるので、それに対して安全な姿勢を取る。

④ 足で押さえたり、万力でくわえたりして使用しない。

⑤ 熱を伴う場合、やけどをしないよう注意し、可燃物の傍で作業しない。

(9) トースカン

使用後、針先を下にして柱に沿わせて、たたんで置く。

4　工作機械の安全知識

機械操作では動力伝導装置、作動部分に触れることによる災害の発生が多いことから、次のような注意点があげられる。

① 機械の運転中に、掃除・注油・修理をしたり、工作物の仕上げ面を指先で調べたりしない。

② 機械の運転中は、回転部分や摺動部分に手を触れない。

③ 機械が惰力で回転していても(どんなに低速でも)手や工具類で止めない。

④ 工作物の計測は、機械を完全に停止させ、駆動スイッチを切ってから行う。

⑤ 切削工具や工作物の取り付け、取り外しは機械を完全に停止させ、駆動スイッチを切ってから行う。

⑥ 機械の点検は、機械の駆動スイッチを切って行う。

その他、機械操作全般に共通する注意点としては、次のようなものがあげられる。

① 安全装置の機能を点検してから機械作業を行う。

② 切削屑の除去は、決められたブラシや手ほうきで行う。

③ 作業中に停電した場合には電源を切る。

④ 異常を発見した場合は、直ちに機械を停止し、原因を究明する。

⑤ 共同作業を行う場合には、機械の始動と停止の合図を確実に行うよう指導する。

⑥ 故障している機械には、必ず標示をする。

⑦ 切削屑が飛散する材料の加工に当たっては、カッター部分に覆いを付けるか、保護眼鏡を使用する。

(1) 汎用工作機械

工作機械のＮＣ化や自動化が進んでいくとはいえ、学校では汎用工作機械も多く残っており、一方、それぞれの機械について精通した教員が、近い将来退職を迎える。そこで、各種の工作機械について､安全作業マニュアル及びその取扱い説明書を整理しておく必要がある。ただし、機械が古くて安全基準に合わず、災害防止対策が行えない機械には、実習で使用してはならない。

汎用の工作機械を使用する上で、共通の注意点は次のとおりである。

① 作業前と終了後の安全点検。

② 工作物の確実な取り付け。

③ 手袋の使用禁止。

④　作業帽の着用。

⑤　保護眼鏡の装着。

⑥　整理・整頓・清掃・清潔。

これらを教員が自ら率先して実行する必要がある。また、機械の稼動中は機械から離れないように指導するとともに、安全面での監視を怠らないようにする。なお、一般的な工作機械について、特に留意すべき実習の安全要項は、次のとおりである。

ア　普通旋盤

旋盤は工作物を回転させ、それにバイト(刃)を当てることにより円筒状に切削する機械である。切削において適切な回転数を選び、バイトの送り速度はゆっくりした方が安全である。切削屑は鋭い切り口を持っており、切削直後は高温になっているので触れると、けがあるいはやけどをする。また、非常時には直ちに電源スイッチをＯＦＦにしなければならないので電源スイッチの場所は常に頭においておく必要がある。

①　チッピングを起こし､摩耗して切れ味の悪くなった切削工具は､直ちに取り替える。

②　バイトを切り込ませ、送りをかけた状態では、機械を止めてはならない。

③　工作物、バイト、心押し台を必要以上に出し過ぎない(30～50㎜まで)。

④　旋盤チャックを締めるハンドルが付いたまま旋盤を回すと非常に危険である。

⑤　チャックなどの回転円周上には立たない。

⑥　回転中の工作物の穴に指を入れない。

⑦　自動送りにした状態でも旋盤から離れない。

イ　フライス盤

①　始業前点検は、手動ハンドルの操作、送りレバーの働きと停止位置、バックラッシュ除去装置の働き、ドローイングボルトの緩みなどを点検する。

②　マシンバイスを用いない場合は工作時の振動が激しいので、工作物の取り付けを確実にするとともに締まり勝手を考慮する。

③　マシンバイスを使用する場合には、締め付け後ハンドルを外す。

④　上下送り装置のスイッチは作業後、すぐに停止位置に戻す。

⑤　フライスカッタやエンドミルの取り付けで、刃部分に触れるときはけがに注意する。

⑥　カッタは大きくて重量がある物が多いため、取り外しの際には木片などを台にして受けて、けがをしないよう十分注意する。

⑦　横型・万能型では、オーバーアームの突き出しに注意する。

⑧　回転中は刃物・チャックはもちろんのこと、工作物にも絶対に手を触れてはいけない。

⑨　早送りで軸移動をさせるときは、工具と取り付け具の干渉に注意する。

ウ　研削盤

研削盤は、周速度が毎分 2,000ｍにも達する高速度の砥石が回転しているので、砥石車の回転円周上には立たない。特に、起動時は危険であり、砥石車が割れるのは起動直後の１～２分間の間に多く発生している。

①　学校の実習で使用する研削盤には、平面研削盤・円筒研削盤・両頭研削盤などがあるが、どの研削盤も作業前には砥石車の外観検査、覆いなどの点検を行い、必ず試運

転（１分間以上）を実施する。

② 砥石のバランスを正しくとる。

③ 平面研削盤では工作物をマグネットチャック（電磁石）で固定するので、作業前にはマグネットチャックの機能を点検し、工作物の高さと底辺の比が１：１以上の場合にはブロックなどで支えを付ける（工作物が動かないよう注意する）。

④ 円筒研削盤では、急速前進装置やテーブルの送り装置のストッパの取扱いを十分に指導しておく。

⑤ 終業時には，研削液を止めてから数分間空転させて、研削液を十分に取り除いておく。

エ ボール盤

小さい穴をあける場合、切削状態を確認せずに無理にドリルを押し下げると、ドリルが折れて飛散し、けがをすることがある。よって、穴の大きさ、長さを考慮してドリルの回転数及びその押し下げ力を決めて作業を行う。

① 工作物をバイスで固定し、回り止めをするなどの工夫をし、工作物を手で押さえたままで作業をしてはならない。特に、小さな工作物や多くの穴をあける作業では治具や取り付け具を用いて加工する。

② ドリルをしっかり締め付け、試し回転をして、ドリルが横ぶれしないことを確認する。

③ ドリルの取り付け、取り外し後はチャックハンドルを必ず取り外す。

④ 貫通穴をあける際は、木材などを下に敷き確実に固定する。

⑤ ベルトを掛け替えるときは電源を切り、指を挟まないよう注意して行う。

オ 形削り盤

① 加工物が飛び出さぬよう、刃物の切り込み方向に沿って全体をしっかり固定する。

② 刃物は、必要以上に長く出さない。

③ 切削中、刃物及び工作物には絶対に手を出してはならない。

④ ラムの運動する範囲内に衝突する物が無いことを確認する。

⑤ ラムの運動方向には立たない。

カ 歯切り盤

① 歯車の加工という単機能の工作機械で、比較的安全な工作機械である。しかし、動力の伝達部、割り出し機構部などには歯車が使用されているため、加工時には定められた覆いを付ける。

② ホブ盤でははずみ車に接触しないように注意するとともに、カバーを付ける。

キ 金属シャー（切断機）

鉄板、アルミ板等を切断する機械である。操作は半自動式であるが、強力な切断力をもっており指の切断事故にもつながるため､使用には細心の注意を要する。

① クラッチの動作やブレーキ、スイッチなどの機能を点検する。

② 切断部には適正な安全ガードを取り付け、刃の下には決して手を置いてはならない。

③ ペダルには安全装置を、ベルト、プーリーなどには安全カバーを取り付けると同時に、ベルトの損傷、張り具合を確かめる。

④ 取り付け後に電源を入れ、定常運転になったら切断する。

⑤　切断する時は､必ず工作物押えより手前に手を引いてから切断する(防止枠の内側には手を差入れない)。

ク　高速回転砥石切断機(ホイールカッター)

①　多くの回転砥石はセラミック製であるので、僅かな反りによって破壊し、非常に危険である。回転時には、保護用カバー内に絶対に手を入れてはいけない。

②　回転する砥石を反らすような側面力が加わらないように、工作物はしっかりと固定する。

③　使用の際には、必ず備え付けの防塵眼鏡をかけて作業する

④　砥石に亀裂・割れがないことを確認し、使用前には必ず回転円周上から一時身体を避けて、１分以上の試運転を行い、異常のない事を確認する。

⑤　平型砥石の側面は使用しない。

⑥　切断された工作物は、摩擦熱で高温になっているのでやけどに注意する。

ケ　両頭研削盤

回転する二つの砥石の間に工作物を通し、両面を同時に研削することができる機械である。研削速度を上げているため強く砥石に工作物を押し当てると、砥石が割れる飛散事故や手が滑ったり、跳ねられて巻き込まれたりする事故が起こるので危険である。

①　防塵眼鏡などの保護具を使用し、原則、砥石車の回転円周上に立たないで作業をする。

②　「砥石が割れて飛んでくる」と想定して、安全策を取る。

③　工作物が砥石に巻き込まれないように、また、工作物の一部が割れて巻き込まれないよう注意する。万一、巻き込まれたら砥石の回転面から遠ざかり、電源を切る。

④　ワークレストと砥石の間隙を、３㎜以下に調整する。

⑤　砥石車の交換は、安全面から生徒にはさせない。

コ　プレス機・ロール圧延機

①　非常に危険を伴うので、教員立ち会いのもと２名以上で作業する。

②　ベルト､フライホイールなどに安全カバーを取り付ける(ベルトの損傷などを点検する)。

③　電源を入れる前に、安全装置がセットされているかを確認する。絶対に上下の型の間に手などを入れたり、回転中のロール面に触れたりしてはならない。

④　迅速作業を要する熱間圧延などの場合でも、無理な工程を計画しない。

⑤　作業においては、必要に応じて金挟み・手袋の補助用具を使用する。

⑥　クラッチの動作やスイッチの機能を確認し、十分な照度のもとで作業する。

⑦　不良圧延により反りが生じた場合、その後の圧延には跳ね上がり等が起こり易いので注意する。

サ　木工機械

木材加工用機械による災害は、丸のこの刃やかんな刃に接触して切れたり、こすれたりするものがほとんどであるが、回転部分に巻き込まれたり、加工中の材料やその切れ端が反発したり、跳ね返って起こる事故もあり、死亡に至る災害も少なくない。

「第５章　デザイン・印刷・繊維機械分野」を参照のこと。

５　ＮＣ工作機械の安全知識

ＣＮＣ旋盤・マシニングセンタは、汎用工作機械から発展したＮＣ工作機械であるため、安全な作業に関する基本的な取扱いはそれぞれの工作機械と同じである。注意を要する点は、工具や工作物の取扱いである。調整時には機械が停止していても主電源は切れていないため、誤った操作やノイズによって工具交換装置や工作物の固定装置などが異常動作する可能性がある。

各機器の取扱い方法を十分に知ることはもちろん、点検、修理、調整、掃除、給油などの作業は、必ず起動スイッチを切って行う。また、この種の機械はすべての面をカバーや扉で覆うようになり、設置場所によっては安全な作業を行うための十分な照明が必要である。

ＮＣ工作機械は、汎用工作機械から発展したＣＮＣ旋盤、マシニングセンタなどと、数値制御技術と別の加工技術が融合されて実用化されたレーザ加工機、放電加工機などに大別される。

(1) ＣＮＣ旋盤

基本的には旋盤と同じ加工を行い､注意事項についても旋盤に準じる｡異なる点はコンピュータ制御によって切削を行うことであり､人間は切削データをプログラムにより作成する｡自動で切削を行うため､プログラムミスは機器の損傷や事故につながる。したがって、実機での加工には十分なデバッグ作業が必要である。

①　手動での操作はしない。

②　入力ミスがないか、必ずプログラムチェックを行ってから加工する。

③　画面上でシミュレーションを行って、動作確認した後に加工する。

④　加工中は工作物や工具などに手を触れてはならない。

⑤　加工は自動で行われるが、加工中は機械から離れてはならない。止むを得ず離れる場合は一時停止状態にする。

⑥　運転中は切粉が飛散するので、必ず安全カバーをしておく。

⑦　緊急停止ボタンの位置を確認しておく。

(2) マシニングセンタ

フライス盤(垂直方向加工)にコンピュータ制御装置を組み込んだ機器であり､切削工具をプログラムにより25本まで交換可能である。加工はボール盤と同様に垂直軸上で行うが､切削工具はドリルからエンドミル､フェースミルなど多種にわたっている。

①　基本的に縦軸のフライス盤に相当するので、フライス盤に準じた注意をする。

②　機械は大型であり、付属品等も大きいので、これらの交換の際は注意する。

③　自動加工の際、次の加工のためにテーブルが高速で移動するので、移動領域には絶対に立ち入らない。

④　工具のホルダを間違えると工具が落ちることもあるので、ＡＴＣ(自動工具交換装置)への装着には注意する。

⑤　工具交換時、アームが高速で動くので注意する。

⑥　安全カバーの装着を忘れない。

(3) レーザ加工機

レーザ加工機には、高出力レーザによるやけど、レーザによる目の障害などの事故例がある。

レーザ加工機で使用するレーザ光線は、拡散反射によるものであっても、目に障害を与える可能性のある最も危険な等級クラス４である。

昭和61年１月27日付けの労働基準局長通達において障害を防止する対策が示されているが、作業に当たっての注意点は、次のとおりである。

①　燃えにくい素材の化学繊維の衣服(皮膚の露出度が少ない)を着用する。

②　保護眼鏡を着用し、操作はできるだけ離れた位置で行う。

③　レーザ加工機の工作物は、金属で板状のものが多いため作業用手袋を用いる。

④　レーザ管理区域を、囲い等により、他の区域と区画し、関係者以外の者の立ち入りを禁止する標識を明示する。

⑤　実習時、周辺に人が居ないことを確認し、周囲に対しレーザ発振時の警告を行う(レーザ発射中であることを周辺の人に知らせる)。

⑥　駆動用の高圧電源による感電にも注意する。

(4) 放電加工機

放電加工機は低電圧、大電流の「液中過渡アーク放電」を利用した工作機械であり、電極の形状から形彫り放電加工機とワイヤ放電加工機に大別される。

放電加工機では放電ギャップを適正に保つ制御装置が不可欠であることから、ワイヤ放電加工機は当初からＮＣ装置を持っていたが、ＣＡＤ／ＣＡMにより複雑な加工を自動運転で行えるようになった。油性の加工液を多量に使用するため、火災の防止対策は安全上の最も重要な問題として取り上げられ、改善が加えられた。

ア　型彫り放電加工機

液面検出、液温検出、異常加工、自動消火などの装置・機構が装備されているが、使用に際しては始業点検で正常な作動の確認が必要である。火災は、加工液の蒸発した可燃性ガスにスパークなどが点火源となることが原因であることが多く、この防止対策は次のとおりである。

①　加工部に加工液を噴射しながら加工しない。

②　絶縁被覆が破損したリード線を使用しない。

③　シャンクと電極を確実に取り付ける。

④　周辺で溶接機、グラインダなど火気発生源を使用しない。

⑤　暖房器具の使用に注意し、換気を十分に行う。

一方、水を加工液として使用する放電加工機では火災の危険はないが、感電の危険があり、特に加工中には加工液に指を入れないようにする。

イ　ワイヤ放電加工機

ワイヤ結線作業をするに当たって、ワイヤに指が挟まった事故例があり、張力がかかる瞬間にはたるみをつくらないように注意する。

①　電源のＯＮ、ＯＦＦは確実に行う。

②　加工時は、電極用ワイヤに触れない。

③　加工時は、必ずテーブルに防滴カバーを取り付ける。

また、放電加工機は放電現象に伴い、かなり広い周波数帯でのノイズを発生する。このノイズには、空間を伝搬する場合と配電線を伝わる場合があるが、防止策として、前者の場合にはシールドルームに放電加工機を入れ、後者の場合にはラインフィルタを設ける。

６　ＦＡ装置の安全知識

「無人運転」のための技術を学ばせることは加工技術、制御技術、情報技術の集大成として大いに意味のあることである。

ＦＡ装置は、ＮＣ工作機械やロボットなど複数のハイテク機器を組み合わせているために、いろいろなトラブルを発生するケースがあるが､基本的には個々の機械を安全に正しく使用し、個々の機械のトラブルを防止することである。

(1) 自動倉庫

搬送作業は、ＮＣ工作機械・産業用ロボット・無人搬送車・自動倉庫などの機器を、コンピュータによって有機的に結合した工場全体の搬送システムとして発展してきている。

自動倉庫を安全面から注意する点は、物の出し入れが伴い、この作業を担当する機械としてロボットあるいは自動機械を設備しているため、後述の産業用ロボットの安全対策と同様である(第５節　産業用ロボット参照)。

(2) 無人搬送車

無人搬送車は自由度が高く効率的である反面、作業者との共通作業面での混在状態で使用される場合が多いことから、次のような条件が必要である。

①　外形は突起物がなく、オーバーハングしない。
②　自動運転の表示灯・走行警音器・異常警音器を付ける。
③　接触防止・衝突防止機能を停止させた状態で使用しない。
④　走行速度の超過検出機能を有すること。
⑤　暴走防止機能を有すること。
⑥　検出装置の点検調整を定期的に行う。

(3) 産業用ロボット

産業用ロボットによる災害の典型的パターンは｢不意作動によるロボット災害｣といわれ、ロボットの停止中に、人がその可動範囲に入っていて、何らかの理由でアームが不意に起動し、避けきれずに災害に至っている。

「ロボットに背を向けるな」の安全標語が示すように、ロボットのアームが人間の死角から襲ってきた場合には、死亡災害に至るほど危険性が高い機械である。

①　さく又は囲いを可動範囲の外側に設け、教示以外は可動範囲に入らない。
②　教示以外で可動範囲に入る場合、電源を切る。
③　教示で可動範囲に入る時は、速度を最低にし、かつ、別の監視員を付け、何時でも緊急停止ボタンが押せる状態にして行う。詳しくは、「第５節　産業用ロボット」を参照。

７　材料試験機の安全知識

(1) 材料試験機

引張、圧縮試験のできるオートグラフと油圧駆動の疲労試験機がある。

これらの試験機を取り扱う際の注意点は、次のとおりである。

①　使用説明書を熟読し、機械の特性を十分理解した後、操作する。生徒が使用する際には、教員の立ち会いと事前の指示を受けた後、操作をさせる。
②　装置の非常停止スイッチの位置を確認する。

③　試験片をセットし、大きな荷重を掛ける部分の周辺(危険領域)を確認し、試験中はこの領域には顔や手を入れない。

④　試験片のチャックは重いので、交換の際は十分に注意する。

⑤　試験片の取り付け、取り替えは機械が止まった状態で確実に行う。

⑥　クロスヘッドの昇降は、危険領域の安全を確認してから行い。荷重を掛けるときはクロスヘッドのクランプを確認する。

⑦　試料の破断の際、ショックのためチャックが飛び出すことがあるので、必ずチャック押えを使用する(試験機に付属の固定用の板のジグ)。

⑧　圧縮試験では形状不安定なものやもろく破壊する試料は使わない。圧縮試験においては破壊時に試験体が飛散することがあるので、囲いを設けるなどして試験体の周辺への飛散の防止に十分留意する。

⑨　疲労試験の試験中は、制御系やセンサには触れてはならない。

⑩　治具やチャックは重いものもあるので，運搬には十分注意する。

(2) 衝撃試験機

試料をセットするときは、身体がハンマの回転半径内に入り込むことがないようにセット用ゲージを用いること。共同作業のときには、必ず互いに合図をする。

試験前に、ハンマ停止用ベルト、ブレーキの効き具合を、ハンマを微動させてテストする。破断試料の飛散には、特に注意する。また、ハンマの固定治具にき裂等がないことを定期的に点検しておく。

①　危険度が高いので、慎重に実験を行う。

②　実験時は全員防護柵の外で、かつ、振り子の回転正面に立たない。

③　試験片の取り付けと取り外しは、振り子を下げて静止した状態で行う。

④　衝撃試験においては、ハンマの回転範囲には決して入らない。

(3) 金属組織観察機

金属組織の顕微鏡観察のために行う作業のうち、試料を薄片に切断する「ファインカット」、試料研磨の「バフ」、試料表面腐食の「腐食液」などに危険な要素が潜んでいる。

作業の際の注意点は、次のとおりである。

①　ファインカットは１㎜前後の薄い砥石が高速で回転するので、回転円周上には絶対立たない。

②　切り込み速度を過度に上げると砥石の破損につながるので、指示された切り込み速度を守る。

③　バフの回転速度は低いが、試料の保持が確実でないと試料が飛び出すので、しっかりと試料を保持する。

④　ドラフトチャンバで試料を腐食させる際、チャンバの換気はもちろん、室内の換気も行う。

⑤　腐食液に強酸を使用しているので、皮膚につかないようにする。万一、皮膚についた場合は直ぐに大量の水で洗う。

⑥　使用済みの腐食液は、指定の廃液容器に入れる。

８　機械工作に関する安全法規

工作機械に関する具体的な安全法規は「労働安全衛生規則」に述べられている。次にその項目を示すので、学校での安全な実習設備の保持の参考とすること。

労働安全衛生規則

第１編　通則

第３章　機械等並びに危険物及び有害物に関する規制(第 25 条から第 29 条の２まで)

第１節　機械等に関する規制

①　作動部分上の突起物等の防護措置

②　規格に適合した機械等の使用

③　安全装置等の有効保持

第４章　安全衛生教育(第35条から第39条まで)

①　雇入れ時等の教育

②　特別教育を必要とする業務

③　特別教育の細目

第２編　安全基準

第１章　機械による危険の防止(第 101 条から第 137 条まで)

第１節　一般基準

①　原動機、回転軸等による危険の防止

②　動力しゃ断装置

③　切削屑の飛来等による危険の防止

④　そうじ等の場合の運転停止等

⑤　作業帽等の着用

⑥　手袋の使用禁止

第２節　工作機械

①　突出した加工物の覆い等

②　研削といしの覆い

③　研削といしの試運転(開始前１分以上・取り替え後３分以上)

④　研削といしの側面使用の禁止

第３節　木材加工用機械

①　丸のこ盤の歯の接触予防装置

②　帯のこ盤の歯及びのこ車の覆い等

③　手押しかんな盤の刃の接触予防装置

④　木材加工用機械作業主任者の選任

第４節　プレス機械及びシャー

①　プレス等による危険の防止

②　プレス機械作業主任者の選任

③　作業開始前の点検

第 10 章　通路、足場等(第 540条から 549条まで)

第１節　通路等

①　通路

② 通路の照明

③ 機械間等の通路

④ 避難用の出入口等の表示等

その他の規定

① 安全衛生特別教育規程

② 厚生労働省告示

③ (各種の)構造規格

④ (各種の)技術上の指針公示

⑤ 労働基準局長通達

第２節　内燃機関と自動車

現代社会は、自動車との結び付きが強く、産業社会や人々の日常生活では自動車の恩恵を大きく受けている。高校生の自動車への関心は高く、テレビ、雑誌などの情報源から、自動車のエンジンや運転技術に関係する知識を多くもっている。

内燃機関の実習やエンジンの分解組立て実習、自動車整備に強い関心を示す生徒が多いことは喜ばしいことであるが、授業においては少しの知識や経験しかもっていない生徒もおり、実習作業を通して、確実な知識と技術を習得させるとともに、自動車とかかわりのある地球資源の問題や公害・環境についても大きな問題として考えさせるよう配慮する。

１　工具の取扱いと安全作業

(1) 工具の取扱い

作業に合った工具を正しい操作方法で使用することが、安全に作業をする上で大切である。

内燃機関の実習においては、スパナなどの作業工具のほかに、トルクレンチ、バルブリフタ、ギヤプーラなどの専用工具を使用することが多いが、第１節３を参考にし、各工具の使用法と使用に当たっての注意事項をあらかじめまとめておき、作業ごとに確認させる。

(2) 安全作業

作業手順を立て、無理のないように進めていくことが安全作業の基本であるが、特に心がける事項として次のようなものがある。

ア　ジャッキ

エンジン・車両などのジャッキ・アップに際しては、４輪をあげて車台に馬(リジット・ラック)をあてがってから作業することが望ましいが､上げない車輪がある場合には必ず輪止めを行う。リフトなどの使用に当たっては、作業者が互いに呼応しながら操作する。

イ　環境

排気ガスなどによる空気の汚れをなくすために、排気管延長設備や換気扇などを設置して実習室の換気に注意する。

ウ　火気

ガソリン、軽油、シンナー、塗料などの引火性の高いものを使用するに当たっては、火気や熱に注意する。また、電気回りから火花を飛ばすことを避けるとともに、作業後の手洗いや部品の洗浄にガソリンを使用しないようにする。

エ　運転と点検

ガソリン機関やディーゼル機関の運転は、常に指導書や指導者の指示どおりにする。点検作業においては､種々の計器の取扱い方を理解させ､配線誤りなどのないようにさせる。プラグコードに十分注意し、濡れた手でさわったりしないようにする。また、ラジエータ、排気系統の熱、ファンの回転などにも注意をする。

２　自動車の運転実習

自動車を運転させるに当たっては、すでに学んできた内燃機関、自動車の構造や装置についての知識を十分に活用して､自動車の状態を知り､機能を正しく発揮させることが大切である。

校内の運転コースで運転実習をする時には､「道路交通法」などの規制を受けないが、各学校の状況に応じて標識を設け、独自の運転規定・点検基準を制定して、その規定にしたがって安

全運転を行うよう指導する。また、練習車には補助ブレーキなどを設け、運転に当たっては、必ず指導者が助手席に乗車するとともに、安全運転に努める。

３　自動車関係法規

自動車に関係する法律には、自動車そのものに関するもの、自動車の運用に関するもの、道路に関するものがある。

(1) 道路運送車両法

道路運送車両法は、自動車の登録に関すること、道路運送車両の保安基準に関すること、道路運送車両の点検及び整備に関すること、道路運送車両の検査に関すること、軽自動車検査協会に関すること、自動車の整備事業に関することや自動車の種別がその内容となっている。

また、この法律の規定に基づいて

①　道路運送車両法施行規則(国土交通省令)
②　道路運送車両の保安基準(国土交通省令)
③　自動車点検基準(国土交通省令)
④　自動車整備士技能検定規則(国土交通省令)

が定められている。

(2)道路交通法

道路交通法は、道路における危険を防止し、交通の安全と円滑を図ることを目的として定められている。道路交通法の関係規則としては、

①　道路交通法施行令(政令)
②　道路交通法施行規則(内閣府令)
③　道路標識、区画線及び道路標示に関する命令(内閣府・国土交通省令)

がある。

(3)その他

①　道路運送法
②　自動車損害賠償保障法
③　道路法
④　自動車の保管場所の確保等に関する法律

第３節　溶接

１　溶接作業

(1) 電気溶接作業

ア　電気溶接作業の危険性

電気溶接作業で起こる災害は、不完全なホルダの使用や防具の不備による感電事故、不注意によるやけどや有害光線による電気性眼炎、設備の不備による中毒性ガス傷害などがあるが、その中でも特に感電と電気性眼炎が多い。

イ　電気溶接作業に関する法規

「労働安全衛生規則」第 331条によれば、「事業者は、アーク溶接等(自動溶接を除く。)の作業に使用する溶接棒等のホルダーについては、感電の危険を防止するため必要な絶縁効力及び耐熱性を有するものでなければ、使用してはならない」とされている。

また、溶接作業によって発生する有害光線のため電気性眼炎になることがあるので、作業時には目を保護するために遮光眼鏡を使用しなければならない。なお、遮光眼鏡の使用については、JIS T 8141 にその規定がある。

ウ　電気溶接作業の安全対策

(ｱ) アーク溶接作業

①　動きやすく、火花に強く、油汚れのない作業服を着用させる。手袋、前掛け、手甲、足カバーなど保護具を着用させる。

②　適正な遮光度の保護面を使用させ、有毒ガス、粉じんを吸い込むおそれのある作業では保護マスクを着用させる。

③　有害な溶接煙やガスを吸わないよう、十分に換気する。

溶接機については

①　一次側電線やアースを正しく確実に取り付け、電撃防止装置の作動状態を点検する。

②　コードは､電流容量に適合したものを用い､溶接機との接続や絶縁は確実に行う。

③　通路を横切る電線には、保護覆いをつける。

④　溶接物のアースは、適正な所に確実に取り付ける。

(ｲ) スポット溶接作業

服装は、充電部に触れて感電するおそれのない適切なものを着用させ、保護具も定められたものを正しく着用させる。

溶接機については

①　スパッタ発生が多い場合は、飛散防止板を備え、ペダルには保護カバーを取り付ける。

②　チップは、傷や変形がないか、はめ合いにさびやゆるみがないか、ストロークの調整などを確認する。

(2) ガス溶接作業

ア　ガス溶接作業の危険性

可燃性ガスと酸素によって行う金属の溶接・溶断・加熱の作業は、すでに90余年も前から行われている。厚生労働省は、この作業による災害を防止するため、昭和47年10月１日

から「ガス溶接等の作業に従事しようとする者は、酸素及び可燃性ガス並びに作業に付随する設備器具等の取扱い上の安全講習を受け、関連法規に関する知識を得た者でなければならない。」と定めている。

学校における実習でも、生徒に可燃性ガスと酸素の性質をよく理解させ、不注意や無知からくる爆発事故や火災を起こさせないように十分に指導する必要がある。酸素及び可燃性ガスの危険性については、ガス溶接に必要な事項のみにとどめる。

酸素は可燃物の燃焼を助ける支燃性ガスである。例えば、アセチレンガスの空気中での燃焼速度は約１m/s であるが、酸素濃度が70％ぐらいになると、約 7.5m/s に達する。また、空気中でのアセチレンガスの炎は約 2,300℃であるが、酸素中では約 3,100℃に上昇する。このように酸素は、可燃物の燃焼速度と炎の温度を著しく上昇させるため、不必要に漏らしてはならない。

ガス溶接に用いられる可燃性ガスには、アセチレンガス、液化石油ガス(プロパン、プロピレン、ブタン)がある。

アセチレンガスと空気が混合して、アセチレンの容量濃度が 2.5～100％の範囲になると爆発性混合ガスとなる。また、同様に酸素と混合した場合は、 2.3～100％の範囲で爆発性混合ガスとなる。このように、アセチレンガスの爆発範囲が広いため、アセチレンガスに酸素や空気が少し混合し、また、逆に酸素や空気にアセチレンガスが少量混合しても爆発性混合ガスとなる。

アセチレンガスは空気より軽いため、漏れた時は上昇する。したがって、上方での換気に配慮しなければならない。また、湿りガスとなった場合、銅または銅合金と長時間接していると発火温度の低いアセチレン銅を生成するため、アセチレンを使用する場所では、銅もしくは銅合金を使ってはならない。アセチレンガスは２気圧以上になると火花、加熱、衝撃などの誘因によって爆発し、炭素と水素に分解する。しかし、溶解アセチレンは、アセチレンを多孔質物質に浸潤させたアセトンに溶解させているため、この危険性はない。

液化石油ガスのうちで最もよく使われているプロパンガスの体積は、気化状態では 250倍になる。このガスの爆発範囲は 2.2～9.5％で、わずかに漏れた場合でも爆発性混合ガスとなる。また、プロパンは空気よりも重く、漏れたときは低い方へ流れるので、実習室の下部の換気に気をつけなければならない。

イ　ガス溶接作業に関する法規

ガス溶接作業に関しては、労働安全衛生規則第16条で「作業主任者の選任」、第 41 条で「就業制限についての資格」が示されている。その他、関連する条文について以下に示す。

（第 261条）

事業者は、引火性の物の蒸気、可燃性ガス又は可燃性の粉じんが存在して爆発又は火災が生ずるおそれのある場所については、当該蒸気、ガス又は粉じんによる爆発又は火災を防止するため、通風、換気、除じん等の措置を講じなければならない。

(第 301条)

事業者は、アセチレン溶接装置(令第１条第１号に掲げるアセチレン溶接装置をいう。以下同じ。)を用いて金属の溶接、溶断又は加熱の作業を行うときは、ゲージ圧力 130キロパスカルを超える圧力を有するアセチレンを発生させ、又はこれを使用してはならない。

（第 306条）

事業者は、アセチレン溶接装置については、その吹管ごとに安全器を備えなければならない。ただし、主管に安全器を備え、かつ、吹管に最も近接した分岐管ごとに安全器を備えたときは、この限りでない。

２　事業者は、ガスだめが発生器と分離しているアセチレン溶接装置については、発生器とガスだめの間に安全器を設けなければならない。

（第 308条）

事業者は、令第１条第２号のガス集合装置(以下「ガス集合装置」という。)については、火気を使用する設備から５メートル以上離れた場所に設けなければならない。

（第 311条）

事業者は、溶解アセチレンのガス集合溶接装置の配管及び附属器具には、銅又は銅を 70パーセント以上含有する合金を使用してはならない。

（第 312条）

３　発生器から５メートル以内又は発生器室から３メートル以内の場所では、喫煙、火気の使用又は火花を発するおそれのある行為を禁止し、かつ、その旨を適当に表示すること。

４　導管には、酸素用とアセチレン用との混同を防ぐための措置を講ずること。

７　当該作業を行なう者に保護眼鏡及び保護手袋を着用させること。

（第 313条）

４　ガス集合装置から５メートル以内の場所では、喫煙、火気の使用又は火花を発するおそれのある行為を禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に掲示すること。

（第 317条）

事業者は、アセチレン溶接装置又はガス集合溶接装置(これらの配管のうち、地下に埋設された部分を除く。以下この条において同じ。)については、１年以内ごとに１回、定期に、当該装置の損傷、変形、腐食等の有無及びその機能について自主検査を行わなければならない。ただし、１年をこえる期間使用しないアセチレン溶接装置又はガス集合溶接装置の当該使用しない期間においては、この限りでない。

ウ　ガス溶接作業の安全対策

ガス溶接作業では、ガス容器、圧力調整器、導管及び吹管の安全な取扱いについて配慮をしなければならない。

特に、吹管の取扱いについては、次のことに留意する。

①　作業に適した火口を選び、その火口に適するように酸素及び可燃性ガスの圧力を調整する。この場合、中型用吹管を用いてもアセチレンの圧力は 130キロパスカル以上にしない。

②　容器と作業場所との距離を十分にとり、可燃物を放置しないようにする。

③　保護眼鏡をかけて作業を行う。

④　吹管への点火は点火具を使用し、マッチは用いない。

⑤　火炎が吹管内部に逆火した時は、直ちに酸素の弁を閉じ、続いて可燃性ガスの弁を閉じる。

⑥　作業が終わった時は、弁、コックを完全に閉じる。

第４節　鋳造

１　炉の危険性

炉には、製鉄用の溶鉱炉から実験室用の小形の電気炉に至るまで、大きさや用途の異なる各種のものがある。これらの炉の使用中は、いずれも高熱を取り扱っているため、やけどや火災の危険が常にある。特に、溶融高熱物に水が浸入した場合には、水蒸気爆発を起こして周囲に人的・物的に大きな災害をもたらすことが多い。

学校で行う実習は、生産が主目的ではなく実験が目的であるから、使用する炉は、小形であり、加熱し溶解させる材料の量も少ないが、加熱や溶解に必要な温度にまで上昇させて使用するため、安全に実習を行うためには一層の配慮が必要である。

２　炉の安全に関する法的規制

炉の安全に関しては、労働基準法に基づく「労働安全衛生規則」、第２編、第４章(爆発、火災等の防止)の中に各種の規制がある。

その要点は、火炉、その他多量の高熱物を取り扱う設備について、火災を防ぐ措置をとることである。また、溶融高熱物が水蒸気爆発を起こさないための措置として、金属の溶解炉に金属くずを入れる作業では、水蒸気爆発やその他の爆発を防止するために、金属くずに水・火薬類・危険物・密閉された容器などが入っていないことを確認した上で作業を行うように指示している。

次に、普通の電気炉や高周波電気炉のように、熱源として電力を使用する炉については、上記のほかに、電気設備としての安全のための規制を受ける。電気設備を安全に取り扱うための規制は、「労働安全衛生規則」の第２編、第５章に詳しく示されている。この規制は、主として感電、漏電、電気火花による感電ショック、火災、爆発などを防止するためのものである。

「労働安全衛生規則」は、労働者の労働安全を目的として定められたものである。生徒が学校で行う実習は、学習活動であって労働ではないから、生徒の実習にこの規則がそのまま適用されることはない。しかし、安全に実習を行うためにも非常に有効な規則であるから、炉を使用する教員は、これらの規制を熟知して、誤りのないように努めなければならない。

３　炉の安全な取扱い方

炉は、加熱用と溶解用に大別される。学校の実習では、次のようなものがよく用いられる。

①　加熱炉：電気マッフル炉

②　溶解炉：電気溶解炉、るつぼ炉

(1)　加熱炉

加熱炉は､比較的低い温度から高温まで広い範囲で使用されるが､低温でのやけどが多い。これは、火色が見えないのが原因であり、作業前に温度と火色との関係をよく指導し、作業中は必ず手袋を着用させる。なお、使用後の手袋が火災の原因となることがあるので、使用後、収納の前に火気の有無を確かめる。

加熱の際、炉内雰囲気を制御する場合は、爆発の危険のない窒素ガスやアルゴンガスを使用し、やむを得ず他のガスを使う場合は、所定の使用温度を厳守する。

なお、炉を使用するに当たっては、次の事項に注意する。

①　電気炉に加熱材料を出し入れする際は、発熱体に触れないようにする。

② その他、電気的なことについては、第２章電気を参照する。

(2) 溶解炉

溶解炉は、溶融高熱物を取り扱うため、水蒸気爆発に対する配慮が必要である。

① 炉の設置場所や建築物の構造が水蒸気爆発防止のための法的規制を正しく守っていても、使用に当たっては、水が滞留していないかを事前点検した後でなければ作業を始めてはならない。

② 実習場内の換気を十分にすること。

③ 地金割り作業は、破片が飛散するため、周囲に十分注意する。

④ 装入する原料に、水、危険物、密閉された缶などが混入していないかを確認する。

⑤ 取鍋(とりべ)や湯しゃくはよく乾燥したものを用い、湯の量は八分目程度とする。

⑥ 溶湯の運搬は慎重に行い、運搬通路はあらかじめよく整理整頓しておく。

⑦ 遮光面付保護帽、防護マスク、長そで上衣、皮の手袋、長ズボン、足カバーを着用する。

４ 鋳込み作業の注意事項

(1) 鋳込み準備作業

① 作業服の袖ボタン、靴の紐、手袋の着用などを確認させる。

② 鋳込みをする場所の足下、周囲の安全を確認させる。

③ 本番鋳込みの前に練習をさせる。

④ 鋳型に溶湯を注ごうとする人の妨げをしないよう指導する。

(2) 鋳込み作業

① 生徒の気持ちを集中させる。

② 溶解中の炉のふたを開ける時、熱気があがるので覗き込まないよう指導する。

③ 湯を入れる際、型まで運搬する際、湯を落とすと湯はねのおそれがあるので、湯を落とさないよう指導する。

④ 湯しゃくをしっかり持ち、湯口に狙いを定めて、途中で止めないように、かつ溢れさせないように溶湯を注ぐよう指導する。

⑤ 上がり一杯に湯がまわったら注ぐのをやめるよう指導する。

⑥ 鋳込み作業では指示があるまで、手袋を外さないよう指導する。

第５節　産業用ロボット

１　産業用ロボット

一般的にロボットとは、人の代わりになんらかの作業を行う機械である。近年は、二足歩行可能な人型ロボットやレスキューロボット等、様々な働きをするロボットが出現しているが、産業用ロボットとは設計思想が異なるので、分けて考えることとする。

産業用ロボットについては、JIS B 0134 によれば、「自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能をもち、各種の作業をプログラムにより実行できる、産業に使用される機械」と定義してある。

このような産業用ロボットは、製品のモデルチェンジに際して改造することなく時間的にも空間的にも柔軟に対応できる高い動作機能を備えているため、多くのロボットが生産現場で使われている。そのため、産業用ロボットに関する技術教育の必要性はますます高まっている。また、労働安全衛生規則36条第31号に規定されている機器を操作するには、労働省告示第49号での安全衛生特別教育規程に沿った特別教育が必要であるなど、実習を安全に行う上で教員に求められることが多い分野である。

２　安全対策の基本

出力の大きさや動作機構(産業用ロボットは JIS B 0134：1998 に分類されている)に違いがあっても、ロボットを扱う上で注意しなければならないことは共通している。

産業用ロボットは空間的自由度が大きいため接触による事故が最も多く、事故防止には、動作中のロボットの可動範囲内に入らないことが基本である。しかし、教示作業や検査、修理の場合には通電しているロボットの可動範囲に入らなければならないため、常に事故発生のおそれがある。

ロボットはシステムの一部として複数の機器と同時に運転する場合が多いので、ロボットの取扱いは単体での操作の場合とシステムとして運転する場合の双方について安全対策を図る必要がある。

(1) 単体操作時の安全確保

通電中のロボットの可動範囲に入らなければならないことは、主に次の三つの場合であり、これらについては労働安全衛生規則の中でも明記されている。

①　検査等(第 150条の５)、点検(第 151条)

②　教示等(第 150条の３)

③　修理、調整

ロボットを単体で操作する場合、事故が最も多い危険な作業は教示作業であり、実習では特に教示作業での安全対策が重要である。

労働安全衛生規則 150条の３(抜粋)を下記に示す。

１　次の事項について規程を定め、これにより作業を行わせること。

イ　産業用ロボットの操作の方法及び手順

ロ　作業中のマニプレータの速度

ハ　複数の労働者に作業を行わせる場合における合図の方法

ニ　異常時における措置

ホ　異常時に産業用ロボットの運転を停止した後、これを再起動させるときの措置

ヘ　その他産業用ロボットの不意の作動による危険又は産業用ロボットの誤操作による危険を防止するために必要な措置

２　作業に従事している労働者又は当該労働者を監視する者が異常時に直ちに産業用ロボットの運転を停止することができるようにするための措置を講ずること。

３　作業を行っている間産業用ロボットの起動スイッチ等に作業中である旨を表示する等作業に従事している労働者以外の者が当該起動スイッチ等を操作することを防止するための措置を講ずること。

安全の確保には、ロボットの可動範囲と人の作業位置との区分を明確にすることが必要である。そのためには、自動運転中のロボットには近づくことができないよう、さく又は囲いを設ける等､当該危険を防止するために必要な措置を講じなければならない。(第 150条の４）

実習においては、取り扱うロボットや状況に合わせて必要な項目を加えた規定を定めなければならない。特に、機器の取扱いに未熟な生徒が作業する実習では、規定を遵守するだけではなく、常に教員の指導のもとに行われなければならない。また、誤動作、暴走、操作ミスによって生じる不測の事態に対処できるように、作業は必ず複数人数で行うことを原則とし、異常発生時には直ちに停止させることができる態勢をとらなければならない。

(2) 自動運転時の安全確保

他の自動化機器や工作機等と併用されているシステムでは、他の機器と複合した事故の発生に注意しなければならない。システムが複雑になるほど、ノイズや制御回路の故障による暴走、ロボット特有の周辺機器との干渉などのトラブルが発生する確率が高くなるため、単体での運転時以上に安全確保を図り、事故防止についての対策が必要である。

3　安全対策の実施例

(1) 方式

機器に対する安全対策の基本は、インターロックとフェールセーフである。

インターロックは、動作可能とするための条件を複数設定し、すべての条件が同時に満たされなければ運転できないようにすることであり、フェールセーフは、誤動作の可能性が生じたときは、動作を停止するように設定することである。生徒の実習で、起動ボタンを二つ設定し、一方を教員が常に操作することにしておくことなどもこの考え方の一つである。このような機構は、事故発生を回避するために設けられた措置である。

(2) センサの設置

接触を防ぐために、動作中のロボットの可動領域と作業者の作業領域とは分けなければならない。

ロボットの可動領域への人の立ち入りは禁止し、もし禁止された領域にどちらかが侵入した場合には、動作を即時停止するよう設定しなければならない。

この領域を区分するために、侵入を検知するセンサや安全のための装置を用途に応じて適切に設置する。

以下はその代表的な例である。

①　安全柵を設ける。

②　安全プラグを設け、動作領域の境界であることを意識させる。

③　安全マット等を使い、動作時に人のいる場所を制限する。

④　光線式安全装置などで、動作領域の境界が安全であるかを常に確認する。

実習では生徒が不用意、または、注視のため近づくことも考えられるので、始業点検ではセンサの動作を必ず確認する必要がある。図１－１は、ロボットの設置状態を示した一例である。

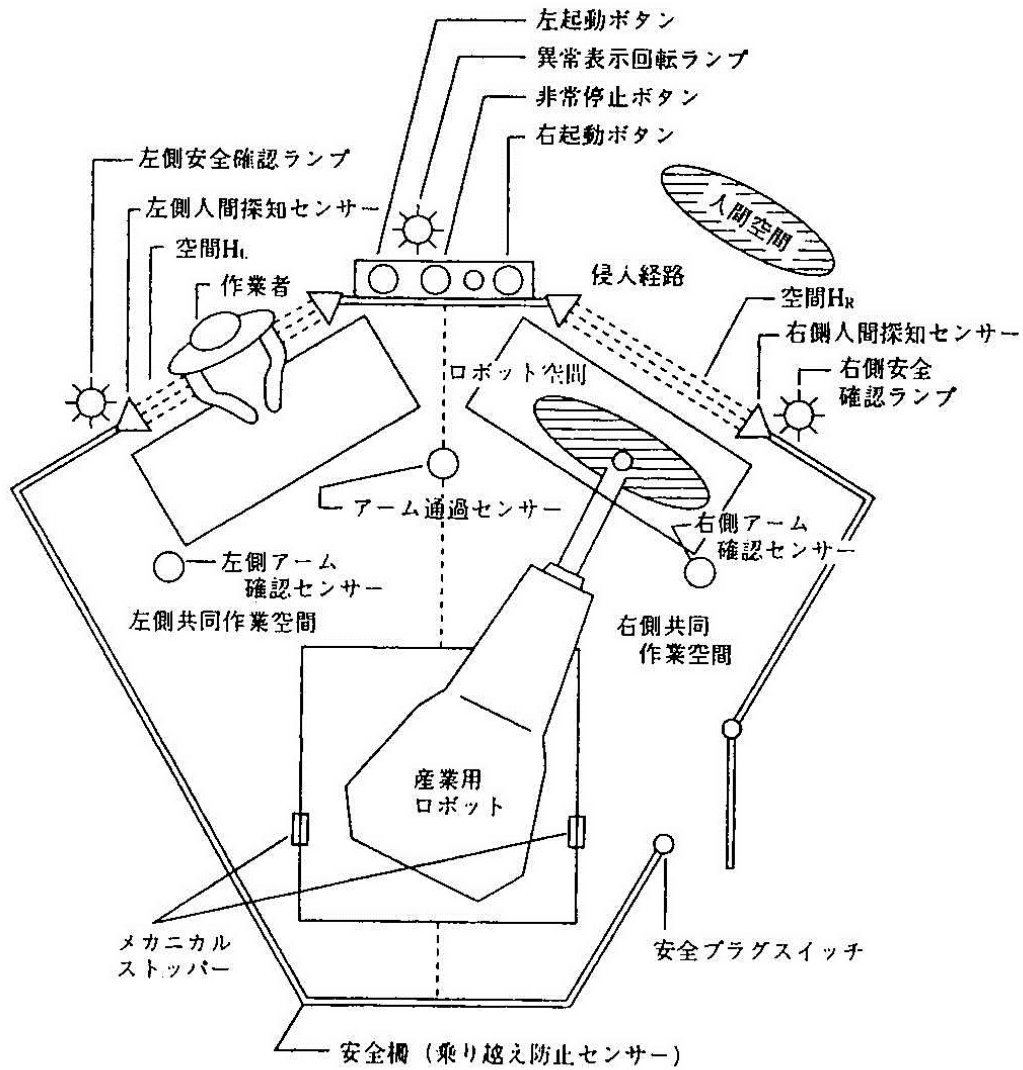



図１－１　設置状態の例
（（社）日本ロボット工業会編：ロボットハンドブックより）

４　関連法規

(1) 産業用ロボット関係の告示等

労働安全衛生規則(抄)　　　　　　　　　　　　　　　　（昭和47年　労働省令第32号）

（改正平成24年　厚生労働省令第９号）

第１編　通則

第４章　安全衛生教育

（特別教育を必要とする業務）

第36条　省令で定める危険な業務

31　教示作業

32　検査、修理、調整

第２編　安全基準

第１章　機械による危険の防止

第９節　産業用ロボット

第 150条の３　教示等

第 150条の４　運転中の危険の防止

第 150条の５　検査等

第 150条　点検

(2) 産業用ロボット関係の告示等

①　安全衛生特別教育規程　　　　　　　　　　　　　（昭和47年　労働省告示第92号）

（改正平成13年　厚生労働省告示第 188号）

②　労働安全衛生規則第36条31号の規定に基づき厚生労働大臣が定める機械を定める告示

（産業用ロボットの範囲）　　　　　　　　　　　（昭和58年　労働省告示第51号）

（改正平成12年　労働省告示第 120号）

③　産業用ロボットの使用等の安全基準に関する技術上の指針

（昭和58年　技術上の指針公示第13号）

第６節　ボイラー

１　圧力容器について

圧力容器に関するものとして､代表的なものにボイラー等の圧力容器と高圧ガス容器(ガスボンベ等)が挙げられる。ここでは、この二つのことについて取り上げる。

(1) ボイラー等の圧力容器

ア　圧力容器に関する危険性

ボイラーに関連する災害の主なものには、材料・構造上の欠陥や安全装置などの機能不良によるボイラー本体の破裂、燃焼装置や制御装置の保守点検を怠り、操作の誤りなどによる燃焼室や煙道における燃料のガス爆発などがある。

圧力容器に関連する災害の主なものには、安全装置などの機能不良による本体の破裂、ふた板・継手部の締め付け不良により引火性の危険物の漏えいによる引火爆発などがある。

学校の実習で使用するボイラーや圧力容器は、小容量のものが多いが、所要の蒸気又は温水をつくったり、受け入れたりする装置であり、危険性は避けられない。ボイラーや圧力容器の事故は、大きな災害につながるので、教員は本体を安全なものにするとともに、ボイラーに対する十分な知識を持ち、安全に実習できるようにしなければならない。

イ　ボイラー及び圧力容器に関する法規

ボイラー及び圧力容器は、構造及び性能により労働安全衛生法に基づき、表１－１～３のように区分される。

設置・管理及び取扱いについて、ボイラー及び圧力容器安全規則に各種の規制がある。

学校の実習に用いられるボイラーや圧力容器は、労働安全衛生法施行令やボイラー及び圧力容器安全規則の適用を受けないものもあるが、適用を受けないものであっても、この規制によって運転することが実習を安全に行う上で必要である。

表１－１　ボイラーや圧力容器の構造等について
労働安全衛生法に基づく構造規格

種　　類	構造規格
ボ　イ　ラ　ー	ボイラー構造規格
第１種圧力容器	第１種圧力容器
第２種圧力容器	第２種圧力容器
小型ボイラー	小型ボイラー及び小型圧力容器構造規格
小型圧力容器	
簡易ボイラー	簡易ボイラー等構造規格
簡　易　容　器	

表１－２　法規によるボイラーの分類

性能区分 種　類	特定機械である ボイラー	小型ボイラー	法適用外ボイラー
蒸気ボイラー	胴内径 750mm以下で、かつ、その長さが1300mm以下	ゲージ圧力0.1MPa以下で伝熱面積１m^2以下のもの 胴内径 300mm以下かつ胴長さ 600mm以下のもの(適用除外を除く)	ゲージ圧力0.1MPa以下で伝熱面積 0.5m^2以下のもの胴内径 200mm以下かつ胴長さ 400mm以下のもの
			ゲージ圧力0.3MPa以下で内容積0.0003m^3以下のもの
	伝熱面積が３m^2以下	伝熱面積3.5m^2以下で胴内径25mm以上の大気開放蒸気管を取り付けたもの ゲージ圧力0.05MPa以下かつ内径 25mm以上のＵ形立管を蒸気部に取り付けたもの	伝熱面積２m^2以下で胴内径25mm以上の大気開放蒸気管を取り付けたもの ゲージ圧力0.05MPa以下かつ胴内径 25mm以上のＵ形立管を蒸気部に取り付けたもの
温水ボイラー	伝熱面積が 14m^2以下	ゲージ圧力0.1MPa以下で、伝熱面積８m^2以下のもの ゲージ圧力0.2MPa以下で伝熱面積２m^2以下のもの	ゲージ圧力0.1MPa以下で伝熱面積４m^2以下のもの
貫流ボイラー	伝熱面積 30 m^2以下（気水分離器を有するものは、当該気水分離器の胴内径400mm以下でかつ内容積 0.4m^3以下のものに限る)	ゲージ圧力１MPa 以下で伝熱面積10m^2以下のもの(気水分離器を有するものは、当該気水分離器の胴内径 300mm以下でかつ内容積0.07m^3以下のものに限る)	ゲージ圧力１MPa 以下で伝熱面積５m^2以下のもの(気水分離器を有するものは、当該気水分離器の内径 200mm以下でかつ内容積 0.02m^3以下のものに限る)
			内容積 0.004m^3以下(管寄せ及び気水分離器のいずれをも有しないものに限る)でゲージ圧力(MPa)×内容積(m^3)≦0.02

表１－３　法規による第１種圧力容器の分類

<table>
<tr><td>圧力容器</td><td>特定機械である
第１種圧力容器</td><td colspan="2">小型(第１種)圧力容器</td><td colspan="2">法規適用外の
第１種圧力容器</td></tr>
<tr><td rowspan="5">性能による区分</td><td>ゲージ圧力0.1MPaを超えるもの</td><td rowspan="4">ゲージ圧力が0.1MPa以下</td><td rowspan="2">内容積0.04m を超え0.2 m^{3}以下のもの</td><td rowspan="4">ゲージ圧力が 0.1 MPa以下</td><td rowspan="2">内容積0.04m^{3}以下のもの</td></tr>
<tr><td>内容積 0.2m^{3}を超えるもの</td></tr>
<tr><td>胴内径 500mmを超えるもの</td><td rowspan="2">胴内径 200mmを超え500 mm以下
かつ
胴長さ1000 mm以下のもの</td><td rowspan="2">胴内径 200mm以下
かつ
胴長さ1000mm以下のもの</td></tr>
<tr><td>胴長さ1000mmを超えるもの</td></tr>
<tr><td>Ａ ＞ 0.02</td><td colspan="2">0.004 ＜ Ａ ≦ 0.02</td><td colspan="2">Ａ ≦ 0.004</td></tr>
</table>

※　Ａ＝ゲージ圧力(MPa)×内容積(m^3)

(2) ボイラー及び圧力容器の安全な取扱い方

ア　設置の手続き

①　特定機械であるボイラー及び第１種圧力容器を設置する場合は、大阪府人事委員会委員に設置届を提出する。

②　設置工事が完了すれば落成検査を受ける。その後、取扱作業主任者を選任し、大阪府人事委員会委員から使用有効期間を定めた検査証の交付を受ける。

③　検査証の有効期間は１年であり、検査証のない時や検査証の有効期間を超えている時は、ボイラー及び第１種圧力容器を使用しないようにする。

④　検査証の有効期間を更新する時は、有効期間内に検査代行機関(ボイラ協会)が行う性能検査を受けなければならない。

⑤　小型ボイラーまたは第２種圧力容器(移動式のものを除く)を設置する場合は、遅滞なく大阪府人事委員会委員に設置報告書を提出する。

イ　ボイラーの管理

ボイラーは、ボイラー及び圧力容器安全規則に定められた設置場所、ボイラー室の出入口、ボイラーの据え付け位置、ボイラーの外側から壁や構造物までの距離、ボイラーと可燃物との距離などを遵守して設置する。

また、ボイラー室に燃料を貯蔵する場合は、ボイラーの外側から２ｍ(固体燃料は 1.2m)以上離して置くようにする。

特定機械であるボイラーは、職業訓練の場合を除き、ボイラー技士の免許を有する者でなければ取り扱うことができない。しかし、表１－４に示すような小規模ボイラーについては、ボイラー取扱技能講習を修了した者でも取り扱うことができる。

表１－４　小規模ボイラー

性　能 種　類	伝熱面積・大きさ
蒸気ボイラー	３m^2以下　胴内径 750mm 以下かつ胴長さ 1,300mm以下
温水ボイラー	14m^2以下
貫流ボイラー	30m^2以下

小型ボイラーや小型圧力容器、第２種圧力容器の取扱いについては、特別の資格を必要としないため、取扱作業主任者を選任しなくてもよいが、特定機械であるボイラー及び第１種圧力容器に準じた管理をした方がよい。なお、作業主任者の選任については、労働安全衛生規則第 16 条に示されているとおりである。

ウ　ボイラー室の管理

ボイラー室の管理は、ボイラー取扱作業主任者を中心にして、担当教員で管理を行うようにする。

ボイラー室の管理の主な内容は、

①　ボイラー室その他のボイラー設置場所には、関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を見やすい箇所に掲示する。

②　ボイラー室には、必要がある場合以外は、引火しやすいものを持ち込まない。

③　ボイラー室には、水面計のガラス管、ガスケットその他の必要な予備品及び修繕用工具類を備えておく。

④　ボイラー検査証並びにボイラー取扱作業主任者の資格及び氏名をボイラー室やその他のボイラー設置場所の見やすい箇所に掲示する。

エ　ボイラーの安全な運転

特定機械であるボイラーについては使用開始後１か月以内ごとに１回、小型ボイラーについては１年以内ごとに１回、ボイラー本体、燃焼装置、自動制御装置、附属装置及び附属品などの定期自主検査を行い、その結果を記録し、３年間保存する。

運転に当たっては、

①　水面計で常に水位を確認する。

②　圧力計や温度水高計で常時、正確に圧力を測定する。

③　火炎検出器で不着火や失火を防ぎ、燃焼状態について監視する。

④　安全弁または逃がし弁の作動圧力を調整する。

オ　圧力容器の安全保持

特定機械である第１種圧力容器については使用開始後１か月以内ごとに１回、小型圧力容器及び第２種圧力容器については１年以内ごとに１回、圧力容器本体、ふたの締付けボルト、管及び弁の定期自主検査を行い、その結果を記録し、３年間保存する。

使用に当たっては、

①　安全弁の作動圧力を確認する。

②　圧力計又は温度水高計で使用圧力を確認する。

③　圧力容器内に停滞するドレン、油分などを排出する。

2　高圧ガス容器と高圧ガスを使用する設備

(1) 高圧ガスに関する危険性

高圧ガスの危険性として、圧力容器や配管などの破裂、ガスの漏えいやそれに伴う火災・爆発などがあげられる。

このため、高圧ガスの扱い方や緊急時の対応を理解し、事故につながらないよう安全に配慮しなければならない。

(2) 高圧ガス容器

ア　高圧ガス容器に関する法規

実習で取り扱う高圧ガスは、通称“ボンベ”と呼ばれる鋼製または他の金属製の高圧ガス容器に充てんされているが、高圧ガス容器は、「高圧ガス取締法」に基づいて高圧ガスの種類に関係なく容器保安規則で規定されている。高圧ガス容器は充てんされるガスの種類によって、酸素ガス容器、アセチレンガス容器、ＬＰガス容器、フロンガス容器などと呼び分けられている。（図１－２）

図１－２　主な高圧ガス容器
（画像提供　高圧昭和ボンベ株式会社）

表１－５　高圧ガス容器の塗色区分

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かっ色
その他の種類の高圧ガス	ねずみ色

表１－６　　容器再検査の期間

<table>
<tr><th colspan="2">容　器　の　種　類</th><th>製造後の経過年数</th><th>期　間</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">溶接容器等</td><td>20年未満</td><td>５年</td></tr>
<tr><td>20年以上</td><td>２年</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">耐圧試験圧力3.0MPa以下
かつ内容積25ℓ以下</td><td>20年未満</td><td>６年</td></tr>
<tr><td>20年以上</td><td>２年</td></tr>
<tr><td colspan="2">一般継目なし容器</td><td>－</td><td>５年</td></tr>
</table>

これらの容器は、充てんガスの種類が容易に識別できるように、容器保安規則第10条により表１－５に示すような彩色と、充てんガスの名称及びガス（可燃性ガス及び毒性ガスに限る）の性質を示す「燃」または「毒」の文字の表示が規定されている。

高圧ガス容器には、容器証明書がついており、容器とともに保管しなければならない。ガスの充てんの際には、容器再検査の成績を記入するようになっている。

容器の再検査期間は、容器保安規則第24条により表１－６のように定まっている。

イ　高圧ガス容器の安全な取扱い方

(ｱ) 貯蔵及び運搬中の留意事項

①　可燃性ガス容器は、通風がよく火気のないところに置く。

②　容器内のガス圧は温度上昇によって増加するので、直射日光を受けないようにする。

③　地下室や湿気の多い場所、腐食性物質の近くに貯蔵しない。

④　油・ガソリン・油ボロなど発火しやすいものを近くに置かない。

⑤　電線・アース線の近くに置かない。

⑥　可燃性ガス容器は立てて貯蔵し、酸素や塩素の容器と同一場所に置かない。

⑦　充てん容器と空容器との区別を明確にする。

⑧　重量物や落下物の当たらない場所に置き､歯止めなど転倒しないよう措置をする。

⑨　移動・運搬時には弁を確実に閉め、キャップをかぶせる。車で運搬する場合はあて物を使用し、手で移動する場合は容器を少し傾けて底の縁で転がして静かに運ぶ。

⑩　吊り上げて移動する場合は、容器を安全に保持できるかごなどに入れて運ぶ。

(ｲ) 使用中の留意事項

①　通風のよい場所で使用し、打撃・衝撃を与えないようにする。また、転倒しないように鎖を用いて壁などに固定する。

②　弁の開閉は専用のハンドル･スパナで行い､使用中は弁に取り付けたままにする。また、急に弁を開くと膨張断熱のために冷却し、水蒸気が氷結し、流出が悪くなることがあるので注意する。

③　溶解アセチレン容器の弁は全開しないようにする。

④　ガスの放出を早めるために容器を加熱する必要が生じた時でも、直火や蒸気は使用しない。必ず40℃以下の温度に保ち、温水中に容器の表面積の20%以下を浸すようにして加熱する。

⑤　使用を一時中止する場合は、容器の弁を必ず閉める。

⑥　使用済みの容器は、わずかのガスを残し、弁を閉じて、ガス漏れのないことを確認してキャップをねじこむ。

⑦　空容器であっても、容器本来の目的以外の台・コロなどに使用しない。

(3) 異常時の処置

①　ガス漏れの検出・確認は、石けん水またはガス検知器を使用し、ローソクなどの火気を用いない。

②　弁を締めてもガス漏れが止まらない場合には、容器を安全な場所に移動し、弁不良の標示をし、責任者や購入先に連絡して処理を依頼する。

③　容器や弁から可燃性または毒性ガスが漏れた場合は、弁を閉じ、作業を中止して付近の人にも知らせて避難し、購入先に連絡して指示を受ける。火災や爆発などの危険が生じた場合は、直ちに消防署に連絡をとる。

参考図書等

１　中央労働災害防止協会編「安全衛生法令要覧」
「安全の指標」
「ガス溶接・溶断作業の安全」
「産業用ロボットの安全必携」第２版（平成 23 年　７月）
２　日本熱処理技術協会編「熱処理コンサイス」
３　JIS ハンドブック「熱処理」
４　労働省安全衛生部安全課編「改訂　産業安全の手引」中央労働災害防止協会
５　土井正志智　他著「機械実習　安全のこころえ」市ヶ谷出版社
６　大阪府人事委員会編「職員の勤務条件と職場の安全衛生(労働基準関係事務の手引)」
７　島谷明男　著「小形ボイラ取扱読本」オーム社
８　高圧ガス保安協会「高圧ガス販売講習テキスト」
９　（社）日本ロボット工業会編「ロボットハンドブック」
（社）日本ロボット工業会（平成 13 年３月）

第２章　　電気・電子・情報分野

第１節　電気一般

１　電気による災害の危険性

科学技術の発展によって、電気は、交通、放送、通信、家庭の電化製品など安全で安心できる快適な暮らしに欠かせない。このように有用で便利な電気であるが、扱い方を誤ると感電や漏電によって大きな災害を発生させる。

電気による災害は、感電による死傷災害と電気火花や電線などの加熱による爆発や火災の二つがある。電気を使用する場合は、この両者に対する防止対策が必要である。

厚生労働省による労働災害の統計資料によると、表２－１・２のように毎年のように感電死亡災害事故が発生している。しかしながら、1969年以降は感電に起因する死亡者数は減少傾向を示しており、これは電気設備技術基準や労働安全衛生法など各種法令の制定によるものと考えられる。

表２－１　感電死亡災害者数(単位：人)

	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年
大阪府	－	4	3	7	3	－
全　国	19	14	21	14	13	12

（厚生労働省労働基準局および大阪労働局　事例・統計情報より）

表２－２　大阪府内で発生した感電死亡災害事故の一例

発生年	職　種	年齢	経験年数	災　害　状　況
平成19年	塗装工	20代	３年	工場天井の塗装工事中に天井クレーンのトロリ線に感電した。
	電気工	30代	13年	鉄道架線柱の送電線配管を解体作業中、送電線(6,600V)に接触し感電した。
平成20年	電工	40代	16年	シャッターのモーター配線を切断し、配線を接続する作業をしていたところ、感電した。
平成21年	技能者	50代	34年	作業所のレイアウト変更中に、コンセントの移設中に200Vの配線に感電した。
	電気工事士	20代	19ヶ月	水銀灯の位置(高さ5.8m)を手工具で延長する作業をしていた際に感電した。
平成22年	製造工	50代	25年	グラインダーで金属製品の研磨作業中に作業場で倒れているところを発見された。被災者は左胸から左脇下にやけど痕がある状況で感電した。
	土　工	50代	４年	工事現場で溶接作業中に突然うめき声をあげ倒れた。傍らに通電中のアーク溶接ホルダーが落ちていた。

（大阪労働局　事例・統計情報より）

２　感電による人体への影響

人体への感電として、配線または接地の不備、装置の絶縁不良または誤使用などを原因として、これらの不良によって生じた漏電部分に接触したり、通電されている部分に不注意に触れたりして起こる直接的な感電が大半である。超高圧送電設備やラジオ放送の送信所近くにおける電磁波による誘導起電力、衣服またはインテリア製品の静電気により感電する場合もある。その他に、落雷による感電死亡災害事故も常に起こっている。

感電による傷害として、最も重篤なものは感電死であるが、電流の熱作用によるやけど、人体の内部器官の生化学的な変化による急性腎不全などによる死亡などもある。死に至らない程度の電流値であっても、少しのショックで身体は、重大な影響を受ける。また、墜落など二次的な災害に結びつく場合もある。

感電の危険性は、直接的には電圧の高低ではなく、「電流の値」「電撃を受けている時間」「電源の種類」「通電経路」によって危険性が異なる。人体の電気抵抗は、おおよそ 500～１kΩであるが、人体と通電されている電極との接触面積や湿度などの環境で大きく変化する。人の皮膚抵抗は、電圧値が 100Ｖ程度の時、皮膚が乾燥している場合の抵抗値は数 10kΩある が、皮膚が発汗していると約1/12、水に濡れていると1/25にまで低下する。よって、発汗時または水場作業時は、危険性が増大する。

(1) 電流の値

感電した場合の危険度は、人体に流れた電流値の大きさによって左右される。人が電撃を感じる最小感知電流は、交流で0.5mＡ、直流で２mＡ程度といわれている。電流の値を大きくしていく時、筋肉が耐えられる限界の電流を苦痛電流といい、８mＡ前後といわれている。電流をさらに大きくしていくと、筋肉の痙攣が激しくなり、神経が麻痺して自由がきかなくなる。自由がきかなくなる限界の電流値を不随電流といい、逆に自由を失わない最大限度の電流値を離脱電流といい、おおむね10mＡといわれている。さらに、電流値を大きくしていくと、心臓が痙攣(心室細動)を起こして血液の循環に支障が生じ、持続すれば死亡にいたる。その値を心室細動電流といい、40mＡ前後といわれている。

(2) 電撃時間と接触電圧

人体に通電されている時間が長くなると、危険になることは当然のことである。人が、充電部と大地との間で電撃を受けた場合に、体に加えられる電圧を接触電圧という。日本ではこの接触電圧についての規定はないが、ドイツでは65Ｖ、スイスでは50Ｖ、イギリスでは40Ｖとなっている。人体の抵抗値を 500Ωとして 100Ｖ位の電圧において 0.8秒で危険となる。

(3) 電源の種類

感電の危険度は、交流か直流かによって異なる。また、周波数が40～ 150Hzが最も有害とされている。よって、私たちが使用している、商用周波数(50/60Hz)がもっとも危険である。

(4) 通電経路

露出充電部または漏電している電気機器のフレームなどに手・腕などが接触し、電流が身体の一部を通過して他の手または脚から大地に抜けていく。その経路に心臓部が入ると、心室細動に陥る危険性が高まる。また、接触した電源が低圧回路の場合、身体の筋肉が被災者の意志に関係なく収縮する。よって、手や腕の内側が充電部と接触すると筋肉が収縮して接触部から離脱できなくなる。また、高圧回路に接触した場合は、身体の筋肉が瞬間的に伸張し、充電部から跳ね飛ばされる状況となる。その場合、高所作業では高所から墜落し、床上

作業中では後方に身体が飛ばされ、後方の工作物などに衝突する事故になる。

３　感電防止のための注意

電気機器による感電に注意し、濡れた手、導電性の靴または靴底に金属性の鋲がある靴を履いて実験などを行わない。

感電事故を防止するために次のことに注意する。

①　配電盤は大容量なので、不用意に開閉しない。特に、三相電源は注意する。
②　配電盤または電源スイッチは、不用意に操作したり触ったりしない。
③　電気配線は、必ず電気機器類の電源をオフにして行う。
④　複数の分岐配線など、コンセントの容量を超えて、電気機器を接続しない。
⑤　コンセントに接続される電気機器の配線は、作業中に足で引っかけたりしないよう対策を施しておく。
⑥　実験・測定終了後は、必ず電気機器のスイッチをオフする。
⑦　接地は確実に行う。
⑧　電源を入れる前には、確実に実験回路を点検する。
⑨　異常を発見した時は、直ちに電源を切る。
⑩　電気回路に触れる時は、必ず電源を切る。
⑪　コンデンサを含む回路は放電後に取り扱う。

４　感電時の対応

①　他の作業者が感電している状況を発見した時は、直ちに電源を切る。
②　感電して離脱できない状況があれば、まわりの人が速やかに電源を切り、被災者を救助する。同時に、周辺作業者に救護室への通報を依頼する。
③　電源が切れない状況で救助する場合は、絶縁手袋、絶縁靴などを着用し、救助者が感電しないようにする。
④　感電によるやけどは、内部まで及んでいる場合が多いので、外見上は軽傷でも医師の手当をうける。もし、心肺停止などの緊急を要する場合には、救助隊などに通報すると同時にＡＥＤ・心肺蘇生法などの緊急処置などの人命救助に全力を尽くす。また、感電のショックなどによって、２次的に頭部などを後方にある棚または機材などに衝突している可能性があるので、外傷・骨折などにも注意する。

５　電気による火災

電気火災は、表２－３のように毎年多く発生している。

表２－３　　全国で発生した火災と電気的な原因での火災件数　（単位：件）

	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
全　火　災　件　数	53,276	54,582	52,394	51,135	46,620
電気的な原因の火災件数	3,377	4,684	4,651	4,403	4,652
電気的な原因の火災比率%	6.33	8.58	8.88	8.61	9.98
大阪府内の火災件数	3,375	3,632	3,392	3,266	3,081

電気的な原因の火災とは、電灯電話等の配線・配線器具・電気機器・灯火・電気装置類よりの火災である。

（総務省消防庁防災情報室資料より）

６　電気火災の原因

(1) 漏電による地絡

漏電は、電気の通路として設計された以外のところへ電気が流れる現象であり、電気のあるところすべてに漏電の可能性がある。日本では、電気機器には接地工事が義務付けられているので、漏電の大半は地絡である。低圧回路の場合は数アンペア～数十アンペアの漏電で着火物が発火する。高圧では、 10kＶ位の場合、湿った木材では絶縁破壊が起こり、10mＡ程度の電流で着火するといわれている。

(2) 充電部の短絡

一般家庭を含めて、充電部の短絡による電気火災が非常に多い。その原因としては、電線被覆の絶縁劣化のほか、露出充電部への異物の接触、水滴・塵埃の堆積などがある。

(3) 接続部の過熱

接続部の過熱としては、電線の接続部の接触不良、接続端子部のねじ緩み、または開閉器の接点部による過熱などが挙げられる。

(4) 絶縁劣化

電気機器内部での絶縁物や電線の絶縁被覆などが永年の使用による絶縁劣化が起こる。よって、漏電が生じる。

(5) トラッキング現象

最近、多く発生している電気火災の原因に「トラッキング現象」がある（図２－１）。

これは、コンセント部分または端子接続箱の活線部分に埃がたまり、周囲の湿気が吸着する。その埃に微少な電流が流れて、部分的に絶縁破壊が発生してプラスチックを炭化させる。その結果、コンセントやプラグなどのプラスチック部の絶縁物が炭化する。よって、瞬時に短絡電流が流れて、火花放電の発火状態となる。このトラッキング現象は、常時電気製品のプラグを差している状況で発生するので、外出中の無人の状況でも発生する。また、一般的には過電流遮断器(ブレーカー)が作動しないので、注意が必要である。

トラッキング現象を防止するには、日常において定期的にコンセントからプラグを抜いて埃の除去に努める必要がある。特に、家庭では冷蔵庫や電子レンジ、机や家具の裏面に設置されているコンセントなどに、注意が必要である。また、最近ではプラグの金属刃の一部に絶縁処理を施した、トラッキング防止製品が販売されている。

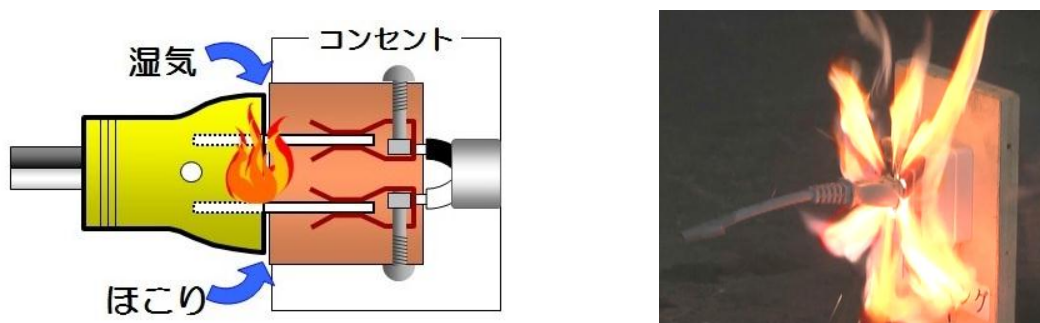



図２－１　トラッキング現象
（画像提供　大阪市消防局より）

７　電気火災の防止のための注意

電気火災は、電気設備において電線の絶縁劣化、過熱、湿気、腐蝕などにより絶縁破壊が生じて発生するものがほとんどである。したがって、その防止には、絶縁抵抗の測定によって絶縁状態を確認することが重要である。

①　各種の配線などが他の金属体または可燃物と隔離しているか。

②　ヒューズ、ノーヒューズ・ブレーカーなどは、その機能が発揮されるよう点検しているか。

③　コード、ソケット、コンセントなどは、表示されている許容電流を越えていないか。

④　１電源から複数の分岐配線を行っていないか。

⑤　ビニルコードを、移動して使用する電動工具などに使用していないか。

⑥　作業場所において、引火性ガスや切削による粉塵などが充満していないか。換気、通気、清掃に注意する。

８　電気火災の消火時に対する注意

電気機器または配線の過熱、漏電による発熱によって電気設備から出火することが、電気火災の主要因である。過熱は、電気設備の電力容量の増設や冷却によって防止できる。発熱は設備の絶縁不良または接地不良、老朽化によって生じるので、日常の絶縁抵抗の点検や目視点検、設備の清掃で防止できる。電気設備による火災が発生したときに、電源が切断されていない状態であれば、一般の火災と異なり、消火に水は使用できない。

電気火災には、粉末式消火器や炭酸ガス消火器などが適している。特に、電子計算機などの高価なシステムの場合は、消火方法によっては、消火による２次的被害がきわめて深刻となる。

(1)　燃焼と消火の原理

物質が燃えるには、可燃物・酸素供給源・点火源が必要でこれを燃焼の三要素という（燃焼を継続する連鎖反応を加え、四要素ということもある）。消火を行うには、これらの要素のいずれかを除けばよい。

以下に、消火方法を四つ示す。

ア　冷却法

燃焼物に水などをかけて物体の温度を燃焼に必要な温度以下に下げ、燃焼を止める方法。

イ　窒息法

燃焼しているところへの空気(酸素)の供給を遮断して消火する方法。

ろうそくにコップをかぶせると火が消えるのは、燃焼するのに必要な酸素がなくなるからである。

ウ　除去法

可燃物を除去して消火する方法。

エ　負触媒(抑制)法

火の中で起こる化学的連鎖反応を中断することによって消火する方法。

(2) 火災の種類と消火器

火災は、燃焼する物質により三つに分けられる。

ア　Ａ火災(普通火災)・(泡消火器・粉末ＡＢＣ消火器・強化消火器)

木材､紙、繊維などが燃える火災

イ　Ｂ火災(油火災)・(泡消火器・粉末ＡＢＣ消火器・強化液消火器・二酸化炭素消火器)

石油その他の可燃性液体、油脂類などが燃える火災

ウ　Ｃ火災(電気火災)・(二酸化炭素消火器・粉末ＡＢＣ消火器・強化液消火器)

電気設備・電気器具などの火災

(3) 火災が発生したときの注意

①　火災を発見したら大きい声で周辺の者に知らせる。自分一人で消火しない。

②　火災の通報は、最も敏速でなければならない。電話連絡の要領を日頃から周知する。

③　感電を防ぐため、直ちに付近のスイッチを切る。

④　消火隊が来るまでは、防火管理者に従って消火を行う。

⑤　危険物による火災や付近に危険物があるときは、危険物取扱主任者の有資格者の指示を受けて消火作業を行う。

9　電気の安全に関する法的規制

(1) 電気事業法

電気による事故は、人的にも物的にもかなり重大で広範囲に災害または被害をもたらすので、電気の安全に関して種々の法的規制がある。

電気配線も含めた学校の電気設備については、「電気事業法」によって自家用電気工作物(高圧を受電)として、自主的な保安管理を義務付けられている。自家用電気工作物の保安管理は、主任技術者の責任と指導監督のもとに、教員が協力して保安管理に当たらねばならない。

(2) 電気用品安全法

電線、配線器具、電熱器具、電動機、その他の電気用品については、粗悪品による感電、火災などの危険および電波障害の発生を防止し、電気用品の災害から保護する目的で「電気用品取締法」が制定され、製造、販売、使用などが規制されてきた。そして、平成13年４月１日に「電気用品安全法」に改正され、それまでの甲種・乙種電気用品は廃止され、新たに、図２－２の「特定電気用品」と図２－３の「特定電気用品以外の電気用品」に規定された。

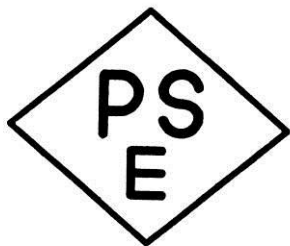



図２－２「特定電気用品」
〈ＰＳ〉Ｅ

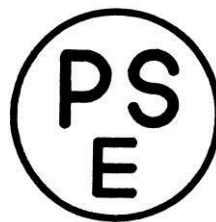



図２－３「特定電気用品以外の電気用品」
（ＰＳ）Ｅ

(3) 電気工事士法

電気工事では、電気工事士法の規制がある。これは、不良工事による電気災害の防止を目的としており、電気工事士免状を持たない者の工事施工を制限している。

以上の法令は、いずれも学校現場にも適用されるので、教員はこれらの法令に留意して事故が起こらないようにする。

10　電気の安全管理

(1) 電気設備の点検

実習に使用する機器は、動力源または熱源として電気を使用しているものが多く、電力を機械エネルギー・熱エネルギーに変換するための電動機・発熱体を内蔵している。これらの機器は、「電気用品安全法」による厳しい規制に合格したものを使用している。よって、簡単に故障するものではない。しかし、無理な使用または長期間の使用によって故障したり、故障とはいえないまでも電気的な安全性が低下したりすることがある。

したがって、これらの機器の使用に当たっては、必ず始業前点検を行う。使用中は、熱、異臭、音、振動などに注意し、異常があれば機器を停止させて詳細な点検を行う。

ア　電撃を認知する場合

①　機器の金属部に触れて感電する場合は、電線などの導体が機器のどこかに直接接触しているか、絶縁不良箇所を通じて漏電している。

②　機器の接地が不完全になっている場合は、絶縁抵抗計により各機器の絶縁抵抗を測定し、絶縁抵抗値が低ければ修理が必要である。

③　接地工事は、 300Ｖ以下の機器の鉄台及び金属製外箱は、特別な場合を除いてＤ種接地工事を施す必要がある。その他に、Ａ種、Ｂ種、Ｃ種接地工事がある。

関連事項(電気設備の技術基準の解釈　第17～19条、第28条)

イ　過熱・異臭を認知する場合

①　電動機が過熱・異臭を放つ時は、電動機に過大な負荷がかかっているか、電動機が故障している場合である。負荷を外して無負荷運転をさせても過大な電流が流れる時は電動機が故障しており、無負荷時に異常がなければ負荷に問題がある。負荷については、負荷の大きさ、動力伝達系での摩擦などの原因と考えられる。

②　電気炉または大電流を必要とする機器では、発熱体以外の導体の接続部が異常に発熱して高温になる場合がある。これは、「接続部の緩み」などによるものであるから、接触部の汚れなどを取り除き締め直す。また、締め直しても不完全な場合は、圧着端

子などの接続部品を交換する必要がある。

ウ　異音・異常振動を認知する場合

機器の内部より電気的な異常音や異常な振動が発生する場合は、専門的な診断・修理が必要あり、修理が完了するまで使用しない。

(2) 電気用品(電線)

普通の電気工作物に用いられる電線には、絶縁電線、コード、ケーブル類がある。いずれも多くの種類があり、それぞれ性能または用途が異なる。したがって、電線を使用する時は、使用目的または仕様にあわせて、特に耐電圧・許容電流に考慮したものを選定し、使用する。

(3) 電気工事

電気工事については、工事の欠陥による災害の発生を防止する目的で「電気工事士法」が制定されており、同法によって、電気工事士免状を持たない者の工事施工が大幅に制限されている。例えば、電線相互の接続または配線器具を造営材に固定し、これに電線を接続する作業などは、無資格者の者が行ってはならない。

なお、軽微な工事は、無資格者でも行うことができ、電気工事士法施行令第１条に示されている。

11　電気機器の危険性

近年、科学技術の進歩に伴って各種の電気機器が開発され、産業界においても多種多様な機器が導入されＦＡ化が進んでいる。しかし、その一方で、産業用ロボットなどでは、ノイズ、ソフトウェアなどに起因する誤動作、暴走など従来には見られなかった新たな危険も増大している。

学校においても、産業界の技術進歩に伴って最先端機器の実習設備を導入しているが、実験・実習でこれらの装置類を取り扱う場合には、安全対策に細心の注意を払う必要がある。

特に、電動機などの回転機器類の機器実習又は変圧器や高電圧実習装置などの実習では、感電や火災面の安全に対する配慮が必要である。

(1) 一般的留意事項

電気機器使用時の一般的な留意事項は、次のとおりである。

①　開閉器は、充電部分が露出していない配線用遮断器、箱開閉器など感電しにくいものを用いる。

②　ヒューズは、回路の短絡事故から電路または電気機器類を守るために使用する。しかし、過負荷電流に対しては、動作の安定した配線用遮断器を用いる。

③　コンセント・プラグ・コネクタ類は、破損しやすいので常に点検を行う。また、電気機器を使用している状態で接続を切ることのないようにする。

④　電気機器の端子類は、移動または使用中の振動で緩みやすいので、常に使用前に接続不良のないように点検する。

⑤　電気設備または固定された電気機器は、接地工事が施されているが、移動して使用する電気ドリルなどは接地極を備えているので、接地極付コンセントまたは接地極に接続して使用する。また、電線の劣化や損傷による漏電に注意し、電気機器類には、各機器専用の漏電遮断器を設ける。

(2) 回転機器・変圧器類の安全な取扱い

電動機、発電機、変圧器、直流電源装置などの一般電気機器は、「電気用品安全法」による厳しい規制に合格したものであるから、簡単に故障するものでない。しかし、無理な使用または長期間の使用によって故障したり、故障といえないまでも電気的に安全性が低下したりすることがある。よって、これらの機器は、運転前の簡単な点検のほか、定期的に絶縁抵抗などを測定する必要がある。

ア　定期点検

機器の漏電による感電を防ぐため、保安規定による定期点検を行う。

また、少なくとも毎学期に１回は、定期的に絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗の最低値は、機器の定格電圧・容量・回転速度・絶縁構成・使用環境などにより異なる。

電気学会標準規格では、次式のように示されている。

絶縁抵抗[MΩ]＞定格電圧[Ｖ]／(定格出力[kW]＋ 1,000)

もしくは、

絶縁抵抗[MΩ]

＞(定格電圧[Ｖ]＋毎分回転数[min^{-1}]／３)／(定格出力[kW]＋ 2,000)＋0.5

また、電気設備に関する技術基準を定める省令(第58条)では、低圧電路の電線相互および大地間の絶縁抵抗を表２－４のように規定されている。

表２－４　低圧電路の絶縁抵抗値

電路の使用電圧の区分		絶縁抵抗値[MΩ]
300Ｖ以下	対地電圧が 150Ｖ以下の場合	0.1
	その他の場合	0.2
300Ｖを超える場合		0.4

関連事項(電気設備の技術基準の解釈　第13～14条)

これらの規定値はあくまで最低許容値であり、この値を下回るような電気機器があれば直ちに使用を中止し、修理を行う。

イ　実習時の留意事項

① 実習に当たっては、実習設備の外枠や外箱が確実に接地されているか確認する。

② 電気機器の据付け状態を確認し、回転機器については、運転中の振動によって緩みやすいので、堅固な基礎ボルトなどで堅く締め付ける。

③ 結線に当たっては、接続端子の締付けや、過電流遮断器の定格電流、接続リード線の許容電流などに注意する。なお、接続リード線は適正な太さで長さのものを使用する。

④ 実験準備が完了すれば、教員が機器または配線を点検し、安全性を確認する。

⑤ 実習に当たっては、交流電圧調整器などの調整位置が最低値に設定されているか確認し、事前に実験手順を生徒に理解させたうえで電源スイッチを入れる。

⑥ 音・振動・異臭の異常を発したりする場合は、専門的な診断・修理が必要であり、修理が完了するまで使用しないようにする。

(3) 特別高圧実習装置

絶縁物の耐圧試験または衝撃電圧試験などを行う特別高圧実験は､数10～数 100kＶという高電圧を発生させて行うため、教員の直接指導のもとに、次の点に配慮して安全に努めなければならない。

ア　実習室

①　実習中は、実習室の出入り口に「特別高圧実習中」の表示をする。

②　操作盤と高圧充電部とを隔離するための柵を設ける。

③　柵内に出入りする扉には、扉の開閉状態や動きを確認できる安全装置を設ける。

イ　機器

①　固定した機器間の電気配線は、一端を接地した薄鋼電線管を埋設し、高圧ネオンケーブルやレントゲンケーブルなどの、絶縁耐力の高い絶縁電線で配線する。

②　各機器の接地端子は、必ず接地する。

③　接地は、Ａ種接地工事とし、接地抵抗を十分に下げる。

ウ　実習時の留意事項

①　実習に当たっては、事前に高圧の危険性を生徒に理解させる。また、危険な箇所には「高圧注意」等の表示も含め確認させる。

②　機器・アース棒の誤操作をしないように、取扱いを十分に説明した上で実習する。

③　実験準備が完了すれば、教員が機器および配線を点検し、安全を確認した上で主電源スイッチを投入する。

④　高圧充電中は、絶対に柵内に入らない。

⑤　柵内に入る場合は、必ず操作盤の電源を切る。

⑥　柵内に入って結線換えなどの作業をする場合は、コンデンサなどに残留している電荷を除去するため、アース棒で必ず接地放電させる。なお、この作業は絶縁耐力のあるゴム手袋などを着用し、高電圧検電器で検電し、充電されていないことを確認する。

⑦　操作がすべて終了したならば、操作盤の操作スイッチ、主電源をすべて遮断し、次回の実習の安全確保に備えて、機器および器具などの点検、整理整頓を行う。

12　電気設備機器のチェック項目

(1) 低圧用配線器具

①　電気用品安全法における認可のあるものを使用しているか。

②　開閉器は、使用する機器に適合した容量のものを操作しやすい位置に取り付けているか。

③　充電部が露出していないか。人が容易に触れないようになっているか。同時に感電危険の表示がされているか。

④　接続端子などの接触不良はないか。

⑤　単相３線式配線の過電流保護において、中性線には銅バーが取り付けているか。(中性線に、ヒューズを取り付けられていないか)

(2) ヒューズ

①　機器装置内の過電流保護は、電気用品安全法認可の管球ヒューズなどを使用しているか。従来の糸ヒューズや板ヒューズなどを使用していないか。

② 容量は、適切か。

(3) 移動電線

① 使用電圧 300Ｖ以下の移動電線は、機械器具に付属したものは除き、ビニルコード以外のコード、ビニルキャブタイヤケーブル以外のキャブタイヤケーブルを使用しているか。

② 湿気の多い場所または水気のある場所の移動電線は、防湿コードまたはゴムキャブタイヤコードを使用しているか。

関連事項(電気設備の技術基準の解釈 第171条)

(4) 電気機器類

① 過負荷または接触不良で、加熱している部分はないか。

② 充電部が露出していないか。人が容易に触れないようになっているか。

③ 電動機類を固定している鉄台を接地しているか。

(5) 電熱機器類

① 周囲に可燃性のものはないか。

② 耐熱電線を使用せずに、ビニルコード類を使用していないか。

(6)移動用電気機器類(始動器や負荷装置類)

① 接地してあるか。(接地極つきコンセントを含む)

② 充電部は、露出していないか。

③ 機器の電源部には、漏電遮断器が取り付けられているか。

(7) 特別高電圧実習装置

① 高電圧危険の表示がされているか。適切な防護装置が設けられているか。

② 扉開閉などの防護装置が正常に作動しているか点検する。

(8) 電気用品の認可基準

「電気用品安全法」に基づく「特定電気用品」・「特定電気用品以外の電気用品」の認可マーク（図２－２、２－３参照）のあるものを使用しているか。

(9) その他

① 低圧配電盤または電源スイッチボックスは、電源の開閉時以外は扉を閉めているか。

② 作業中に停電した時には、装置や機器の電源スイッチを切っているか。

③ 点検、修理中は、装置および機器の電源スイッチを切っているか。また、装置および機器・電源ボックスに「点検中」・「修理中」の表示をしているか。

④ 装置および機器の電源を投入するときは、他の作業者に合図を行って注意喚起をしているか。

13 電気設備の電源の配色について

電気設備は、電気事業法、同法に基づく電気設備技術基準に適合していることが要求されており、その技術的内容をできるだけ具体的に示したものとして「電気設備の技術基準の解釈」が公表されている。

JIS C 0446 では、保護接地線は、黄色被覆に緑色の帯色表示または緑色被覆の絶縁電線を使用し、接地側電線は、ライトブルーまたは白色被覆を使用した絶縁電線を使用すると規定されている。

特別高圧・高圧の電気設備については、電気事業法第39条で「事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない」としているが、「特別高圧・高圧の電気設備に識別標識を付ける」や「配線を色分けする」ことは求められていない。しかし、現実問題として配線に識別をしなければ、誤配線による短絡・地絡事故が発生して、感電または火災、その他人体に危害を及ぼし、また、周辺施設に損傷を与えるおそれがある。

電気工事においては、検相、検電、図面との照合などを確実に行い、結線を間違えることのないよう施工する。

(1) 主回路(高圧・低圧)による導体の配置色別

表２－５　主回路導体の配置色別

<table>
<tr><th>電圧種別</th><th>電気方式</th><th>左右、上下、遠近の別</th><th>赤</th><th>白</th><th>黒</th><th>青</th><th>白</th></tr>
<tr><td>高　圧</td><td>三相
３線式</td><td rowspan="5">左右の場合　左から
上下の場合　上から
遠近の場合　近い方から</td><td>第１相</td><td>第２相</td><td>－</td><td>第３相</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="5">低　圧</td><td>三相
３線式</td><td>第１相</td><td>接地側
第２相</td><td>非接地
第２相</td><td>第３相</td><td>－</td></tr>
<tr><td>三相
４線式</td><td>第１相</td><td>－</td><td>第２相</td><td>第３相</td><td>中性相</td></tr>
<tr><td>単相
２線式</td><td>第１相</td><td>接地側
第２相</td><td>非接地
第２相</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>単相
３線式</td><td>第１相</td><td>中性相</td><td>第２相</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>直流
２線式</td><td>左右の場合　左から
上下の場合　上から
遠近の場合　近い方から</td><td>正極</td><td>－</td><td>－</td><td>負極</td><td>－</td></tr>
</table>

備考　ア　三相回路又は単相３線式回路より分岐する回路は、分岐前の色別による。
　　　イ　三相交流の相は、第１相、第２相、第３相の順に相回転するものとする。
　　　ウ　左右、遠近の別は、各回路部分における主となる開閉器の操作側又はこれに準ずる状態とする。

(2) 配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別

表２－６　配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別

電気方式	赤	白	青	黒
三相３線式	第１相	接地側 第２相・非接地 第２相	－	第３相
三相４線式	第１相	第２相	第３相	中性相
単相２線式	第１相	－	接地側 第２相・非接地 第２相	－
単相３線式	第１相	－	第２相	中性相
直流２線式	正　極	－	負　極	－

社団法人日本電機工業会規格「配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別」

(3) 送電線および配電線の色別表

各電力会社において送電線および配電線の色別は、表２－７のように異なっている。

表２－７　送電線および配電線の色別表

電力会社	赤	白	青	黒	黄
北海道電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－
東北電力	Ｒ相	Ｓ相	－	Ｔ相	－
東京電力	Ｓ相	Ｔ相	－	Ｒ相	－
北陸電力	Ｒ相	－	Ｔ相	－	Ｓ相
中部電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－
関西電力	Ｒ相	Ｔ相	Ｓ相	－	－
中国電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－
四国電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－
九州電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－
沖縄電力	Ｒ相	Ｓ相	Ｔ相	－	－

(4) 仮設電気設備の主回路導体端子の色別

仮設電機設備の主回路導体端子の色別は、表２－８のように行っている。

表２－８　主回路導体端子の色別表

電気方式	赤	白	黒	青	白	緑又は緑/黄
三相３線式	Ｒ相	Ｓ相　接地側	Ｓ相　非接地側	Ｔ相	－	接地線
三相４線式	Ｒ相	－	Ｓ相	Ｔ相	Ｎ相(中性相)	接地線
単相２線式	Ｌ相	Ｎ相　接地側	－		－	接地線
単相３線式	Ｌ１相	Ｎ相(中性相)	Ｌ１相		－	接地線

第２節　電子工作

１　電子回路作成における注意点

(1) 露光作業における注意点

基板に塗布してある感光剤は、紫外線に反応するものが大半である。太陽光でも露光できるが、安定した光量を確保できないなどの理由から、露光専用のライトボックスを用いる。ライトボックスは、紫外線を発生させる蛍光灯が用いられており、紫外線の発光源を長時間直視することは、避けるべきである。

紫外線の眼への影響は、雪原にて裸眼で長時間過ごすと、目に痛みまたは涙をともなう炎症を起こす「雪目」として、知られている。

(2) 現像作業における注意点

基板に塗布されている感光剤は、露光した部分を現像液で溶かす処理を行い、溶け残った感光剤の膜の有無により、エッチング処理を行う。この作業に使用する現像液は、弱いアルカリ性の液体で、直接触れることは控える必要がある。

アルカリ性溶液は皮膚を溶かす作用がある。現像作業を行うときは、肌の露出の少ない服装が望ましい。また、現像液は弱アルカリ性であるため、皮膚に付着してもすぐに十分な水洗いをすれば問題は少ない。しかし、眼に入った場合は、流水で15分以上洗った後、医療機関での受診が必要である。

なお、現像作業を素手で直接行う行為は、爪の間など皮膚の弱い部分に痛みを伴うダメージを受ける。よって、竹バサミを用いて、現像作業を行うことが大切である。

(3) エッチング作業における注意点

ア　エッチング液について

電子基板作成において使用するエッチング液は、有害性や環境への影響の大きな化学薬品である。よって、取扱いおよび管理に当たっては、化学物質等安全データシート全文をよく読み、十分な注意を要する。

エッチング液の主な成分は、塩化鉄(Ⅲ)液である。この液に基板を入れると、基板の銅が化学反応により塩化鉄(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)が生成され、これらの混合液となる。塩化鉄および塩化銅には、次のような危険有害性がある。

イ　危険有害性情報

①　飲むと有害(経口)(塩化鉄および塩化銅)
②　皮膚刺激(塩化鉄(Ⅱ)および塩化銅)
③　重篤な皮膚への薬傷(塩化鉄(Ⅲ))
④　重篤な眼の障害(塩化鉄)・強い眼刺激(塩化銅)
⑤　アレルギー性皮膚反応を引き起こすおそれ(塩化銅)
⑥　全身毒性の障害のおそれ(塩化鉄)
⑧　遺伝性疾患のおそれの疑い(塩化鉄(Ⅱ))
⑨　生殖能または胎児への悪影響のおそれの疑い(塩化銅)
⑩　呼吸器への刺激のおそれ(塩化鉄)
⑪　水生生物に有害(塩化鉄)・水生生物に非常に強い毒性(塩化銅)
⑫　長期的影響により水生生物に有害(塩化鉄(Ⅱ))
⑬　長期的影響により水生生物に毒性(塩化鉄(Ⅲ))

⑭　長期的影響により水生生物に非常に強い毒性(塩化銅)

(安全データシート　昭和化学株式会社より)

ウ　安全対策

①　ミスト、蒸気、ガスの吸入を避けること。

②　保護眼鏡、保護面、保護手袋、保護衣を着用すること。

③　屋外または換気の良い区域でのみ作業すること。

④　取扱い後はよく手を洗うこと。

⑤　環境への放出を避けること。

(安全データシート　昭和化学株式会社より)

エ　応急処置

表２－９　製品安全データシート(エッチング液)

目に入った場合	直ちに清浄な水で最低15分以上洗浄する。コンタクトレンズを使用している場合は、固着していない限り、取り除いて洗浄する。洗浄後、医師の手当を受ける。
皮膚に付着した場合	汚染衣服は直ちに脱ぎ、多量の流水で触れた部分を十分に洗い流す。必要に応じ医師の手当てを受ける。
吸引した場合	直ちに空気の新鮮な場所に移動し安静に努め、速やかに医師の手当を受ける。
飲み込んだ場合	直ちに水で口の中をよく洗浄させる。大量の水を飲ませて吐かせ、速やかに医師の手当てを受ける。
その他	暴露または暴露の懸念がある場合は、医師の手当を受ける。

(製品安全データシート　サンハヤト株式会社より)

オ　エッチング液の廃棄

内容物または容器を、都道府県知事の許可を受けた専門の廃棄物処理業者に業務委託すること。(安全データシート　昭和化学株式会社より)

エッチング液として販売されている製品には、廃棄処理剤が添付されているものもあるので、メーカの指定した処理手順に従い、処理する必要がある。

(4) はんだ付け作業

ア　はんだとは

共晶はんだは、一般的に錫(Sn)63%、鉛(Pb)37%を成分とする合金で、融点は 183℃と低く加工しやすいことから、電気的な接続に用いられてきた。

しかし、鉛は人体に有害であり環境保全の観点から、現在は鉛を含まない鉛フリーはんだが使用されるようになった。

鉛フリーはんだは、(社)日本電子工業振興協会の推奨により、錫(Sn)を主材料にして、銀(Ag)３%、銅(Cu) 0.5%を標準としており、耐久性が高いなどの利点はあるものの、銀の値段が高い、流動性が悪く扱いにくい、融点が高いなどの問題があり、各社が研究開発に取り組んでいる。

イ　はんだごて先の温度について

はんだごての温度は、一般的に共晶はんだでは 330℃、鉛フリーはんだでは 360℃である。コテ先温度を高くしすぎると、フラックスの蒸発によるはんだの酸化、ペーストの焼

付きなどの原因となる。

ウ　やけどについて

はんだ作業での事故では、はんだごてへの接触によるやけどの頻度が高く、十分に注意が必要である。作業を行う前には、作業台の整理整頓を行い、安全を確保することが大切である。また、やけどを負った場合は、すぐに水で冷やし、水泡ができた場合は破らないようにする。

エ　鉛(Pb)の環境および人体への影響

鉛は、水や海水に対しては安定的な物質ではある。しかし、人体に対しては有害で、呼吸器系や消化器系を通して吸収される。体内に吸収された鉛は、脳、神経、腎臓、肝臓、消化管など、体のさまざまな部分に影響をあたえる。特に成長途中の幼児における鉛中毒は、知的障がいなど成長に大きな影響をあたえる。

電気製品は、共晶はんだが用いられてきたが、廃棄された電子回路のはんだから酸性雨の影響で鉛が溶け出し、野菜、家畜、魚をとおして人体に蓄積されるサイクルが問題となっている。

欧州連合(ＥＵ)はRoHS指令により、鉛、水銀、カドミウム、６価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルの６つの物質を有害物質と指定した。2006年７月に施行され、ＥＵ加盟国ではこれらの含有率が基準値を超えている電気・電子機器は販売が禁止された。

第３節　電気工事

１　電気工事実習における注意点

(1) 制限

電気工事実習では、屋内配線工事を想定した作業が行われる。その施工には、次の制限がある。実習内容は、それらに留意して、教材の作成を検討する必要がある。

ア　作業の範囲

電気工事の安全に関係する法律として、工事の欠陥による電気災害を防止する目的で定められている「電気工事士法」がある。同法では、電気工事士免状を持たない者による電気工作物の工事が制限されている。よって、電気工事実習は、同法に適合した内容で実施しなければならない。そのため、校舎などの電気工作物の工事をともなう内容の実習は、同法上、許されない。また、同法上では問題のない場合であっても、学校設備の変更をともなう実習は、設備管理の観点から注意が必要である。

イ　廃材の処理

実習で発生する廃電線などの廃棄物は、一般廃棄物と分別しなければならない。それらの処分は、処理業者に依頼するなど、各校で定められているルールに基づく必要がある。そのため、廃棄物の発生する実習は、適切な処分方法が確立されていない場合は、実施できない。また、製作した作品を生徒が持ち帰ることも、不適切と考えられる。

(2) 服装

電気工事実習では、着用すべき服装または装備が、作業内容によっていろいろである。ここでは、他の電気分野の実習と異なる点を作業別に示す。それらに不備がある場合には、該当する作業を実施させてはならない。

ア　机上作業

電気工事士技能試験と同様の机上で行う作業の場合は、以下を指導する。

①　長袖上着を着用させる。

②　必要に応じて、手袋を着用させる。

イ　立作業

壁打ち作業などの立って行う作業をともなう場合は、上記に加えて以下を指導する。

①　安全靴を着用させる。

②　安全帽子や絶縁性保護帽を着用させる。

③　必要に応じて、保護眼鏡を着用させる。

ウ　高所作業

足場台などを使用した高所での作業をともなう場合は、作業者および工具の落下を考慮し、上記に加えて以下を指導する。

①　安全帯を着用させる。

②　必要に応じて、落下防止用コード付きの工具を使用させる。

(3) 工具

電気工事実習では、他の電気分野の実習に比べ、ナイフや圧着ペンチなどの工具を使用する機会が多い。そのため、工具の管理と使用方法の指導が重要である。

ア　管理

工具の破損・不具合・紛失を防止するためには、管理体制を整える必要がある。また、

管理のルールを統一し、管理を徹底することが望ましい。そして、５Ｓ(整理・整頓・清掃・清潔・躾)に留意して作業場・材料・工具などを安全面から指導する。

以下に、有効と考える事項を示す。

① 管理番号を付ける。

② 貸し出しと受け取りは、教員が行う。

③ 実習の開始時および終了時には、工具の動作確認や工具の有無を確認する。

④ 実習室外への工具の持ち出しを禁止する。

⑤ 転倒防止を施した施錠できるロッカーで保管する。

イ 使用上の注意

図２－４は、電気工事士技能試験における指定工具の例である。指定工具は、同試験の受験に最低限必要と考えられる作業用工具であり、電気工事実習でも頻繁に使用される。他にもいろいろな工具の使用が考えられる。ここでは、指定工具について、安全上の注意点を示す。

(ｱ) スケール

寸法の測定に使用する工具で、折尺、メジャーなどがある。折尺は、破損しやすいので、慎重に取扱いさせる。

(ｲ) 電工用ナイフ

ケーブルおよび電線の被覆をはぎ取る工具である。刃部に触れないようにさせる。折りたたみ式の場合は、刃部の収納時にけがが発生しやすいので、特に注意させる。また、使用時には本人だけではなく、周辺の作業者の動向にも注意させる。

(ｳ) 電工用ドライバ

器具・電線の取り付け、取り外しなどに使用する工具で、プラスドライバ、マイナスドライバともに指定工具である。器具の破損および手への突き刺しなどを防止するため、力の入れ過ぎに注意させる。

(ｴ) 電工用ペンチ

ケーブルおよび電線の切断などに使用する工具である。ハンドル部の根元で指などを挟まないように注意させる。また、電線の先端を切断する場合は、切断物が飛散する場合があるので、顔の近くで切断しないようにする。特に、周辺の作業者の動向にも注意させる。

(ｵ) ウォーターポンププライヤ

金属管の締め付けなどに使用する工具である。ハンドル部の根元で指などを挟まないように注意させる。

(ｶ) リングスリーブ用圧着ペンチ

リングスリーブの圧着に使用する工具である。ダイス部およびハンドル部に指などを挟まないように注意させる。また、ダイス部以外での圧着による破損が発生しやすいので、注意させる。

折尺　電工用ナイフ　電工用ー＋ドライバ　電工用ペンチ　ウォーターポンププライヤ　リングスリーブ用圧着ペンチ

図２－４　指定工具の例

(4) 材料

電気工事実習では、作業内容に応じていろいろな材料が使用される。材料も、用途及び取扱いを間違えば、接続不良やけがの原因となる。

ここでは、主な使用材料について安全上の留意点を示す。

ア　ケーブル・電線

切断された心線の先端が鋭利になっている場合がある。ケーブルおよび電線を移動させる場合は、先端部分でけがをしないように注意させる。

イ　金属管

金属管の切断面は、鋭利で金属粉が付着している場合が多い。運搬や使用の際は、必要に応じて手袋や保護眼鏡を着用させる。また、材料置き場で保管されている金属管が、転倒・落下する事故なども考えられるので、保管の場所や方法にも注意する。

ウ　アウトレットボックス

ノックアウト穴の縁部分が鋭利になっている場合があるので、指などを切らないように注意させる。

エ　ステップル

先端が鋭利なので、指などに刺さらないように注意させる。

(5) 作業

作業の安全確保に有効と考えられる事項を以下に示す。

①　一人あたりの作業スペースを十分に確保する。

②　上下への移動をともなう作業は、禁止する。

③　危険をともなう作業においては、周辺の作業者と十分な打合せと意識統一をする必要があある。

④　休憩時間には、十分な休息をとらせる。

(6) 施工後の検査

電気工事は、最終的に電源を供給し、正常に動作するかを検査する必要がある。検査は、感電および漏電・電気火災を防止するため、教員の立会いの下に実施する必要がある。

ア　検査の手順

以下に実施手順の例を示す。

①　目視によって、施工回路に誤配線や接続不良箇所がないか点検する。

②　回路計を用いて、導通状態の良否を点検する。

③　絶縁抵抗計を用いて､電線と大地間の絶縁抵抗が法令上の値以上であるか点検する。

④　絶縁抵抗計を用いて、電線間の絶縁抵抗が法令上の値以上であるか点検する。

⑤　リングスリーブなどの接続箇所は絶縁テープで巻き、絶縁処理をする。

⑥　交流電源に配線用遮断器を通して、施工回路に供給し、動作を確認する。

イ　異常箇所の復旧

各検査の段階で異常があった場合は、直ちに、原因を調べ改善させる。そして、再検査をし、すべての検査に合格するように指導する。

第４節　情報

１　情報機器の安全について

現在、情報機器は、インターネットの普及に伴い高度情報通信網として利用されているが、以前には生徒がコンピュータを直接操作することは限られていたので、安全面での問題を特に考慮する必要はなかった。しかし、今後は情報分野にも安全教育を重視する必要がある。

現在の高校では、専門学科だけではなくすべての学科で「情報処理」教育が行われています。また、大阪府立高校の情報網は、学校情報ネットワークや校内専用ＬＡＮ等の設置で情報化、ネットワーク化が進み、身近なものとなっている。

座学、実習や課題研究においても、生徒一人一人が、授業でパーソナルコンピュータを直接操作できる環境となっている。また、工作機器においても高次元のマシニングセンターなどが導入され、生徒が直接操作する状況が大幅に増えてきている。

これらのことを受け、ハードウェア・ソフトウェア・情報倫理・セキュリティの教育だけでなく、作業・健康管理面などの安全教育を行うことが重要になった。

２　情報施設・設備の安全な取扱い

情報機器の高速処理化により、クロック周波数が数10〔MHz〕と高くなり、高周波の無線通信機器などと同様の扱いが必要になってきている。

情報機器などがネットワークを構成している場合は、ネットワーク自身が高い周波数を使った有線通信が基本である。また、無線によるネットワークを使用することも増えてきている。

そのため、電磁波による影響または他の機器に対する電波障害やデータ信号の漏洩も考慮する必要がある。

マルチタスクでの運用では、一人の不用意な操作がシステム全体に大きな影響を与えるおそれがあるため、特に注意が必要である。

(1) コンピュータ等の配置・設置

実習室の大きさまたは使用目的(授業形式など)により、次のような配置・設置が考えられる。できる限り、机間や作業スペースに余裕を持たせる工夫が必要である。

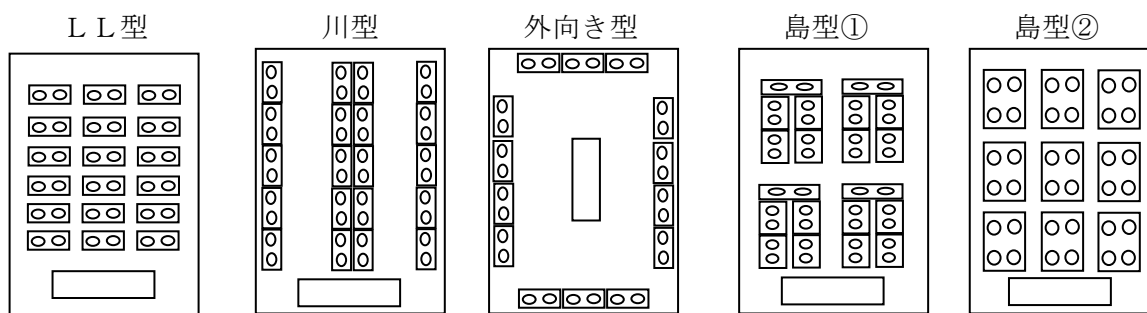



図２－５　標準的なコンピュータ室のレイアウト
（愛知県総合教育センター　実習室におけるコンピュータの配置より）

ア　配置・設置での注意

(ｱ) デスクトップ型を配置する場合

本体およびディスプレイ(特に液晶)は、転倒防止を行う。本体が、転倒したときにディスプレイにぶつからないように配置する。本体を机の下に配置するなどして、机上に

はできる限り空きスペースを確保する。

(ｲ) ノート型を配置する場合

ノート型パソコンは、使用しないときは引出し内に収納できるようにする。したがって、作業スペースを確保することができる。また、簡単に移動できないように机などに盗難防止用ワイヤー等で施錠する。

(ｳ) コンピュータシステムにおいて、本体およびディスプレイなどは、机または設置台とワイヤーなどで接続し、容易に移動できないように防犯上の施錠も含めて設置する。

イ　配線での注意

断線または接続部の脱落などによる、システムの機器またはシステム全体の機能不全を防ぐため、下記の注意が必要である。

① 床下への隠ぺい配線とする。

② 床面は、転倒等による事故防止の観点から、滑りにくい仕上げとする。

③ カーペットなどを敷く場合は、静電気の発生を防止する素材を使用する。

ウ　視覚的な環境への注意

実習室内壁の色､照明の配置、照度の確保、自然光の流入など、視覚への影響を考慮することが必要である。

エ　災害への対策

(ｱ) 地震

大型計算機器が設置されている計算機室では、機器本体が震度５程度への耐震対策が取られていることが多い。大規模地震が予想されている状況で、学校では多くの生徒が実習または課題研究などで直接操作するため、次のような耐震対策をとる必要がある。

① 情報機器を机上に置く場合は、転倒防止金具または滑り止めシートなどを使用する。

② 情報機器を机の下に配置する場合は、収納スペースを確保する。また、直接床に置く場合は転倒防止金具を使用する。

③ 実習室などの窓には、厚手のカーテンなどを使用し、ガラスの破損または太陽光の紫外線などによる劣化や直接被害を防止する。

(ｲ) 火災

配線を保護するため、床下などに隠ぺいすることが多いので、目に見えないところで埃による危険が存在していることもある。したがって電源ラインの定期的な点検が必要である。また、情報機器自体も過熱状態で燃え出すことも考えられるので注意が必要である。

万が一に備えて、消火活動ではデータ・システムの損傷を最小限度に抑えることが必要である。よって、二酸化炭素消火器などの専用消火器具を設置することが望ましい。

３　コンピュータの電子機器としての注意

(1) 電源

精密電子計測機器と同様に停電や電圧変動及びノイズ等に対応した電力管理が必要である。

ア　電源容量とノイズ対策

単品としてのコンピュータおよび周辺装置の消費電力は、省電力化されてきている。しかし、情報機器の処理システムとしては、システム全体の最大消費電力を前提に設置する必要があるので電源容量は、余裕を持たせる必要がある。

また、電源からのノイズ混入を防止するために、他の電気設備との混在を避け、情報処理室専用の電源を設けることが望ましい。また、電源は、ラインフィルタを挿入するなどの対策が必要である。

イ　落雷からの保護と停電対策

情報機器は、高周波ノイズ・サージノイズによる誤動作の発生、落雷などにより電子回路を破壊することがある。よって、避雷針、絶縁トランスなどを設置し、保護することが必要である。

また、システム稼働中に不慮の停電が発生すると、データ喪失またはシステム管理プログラムの破壊などに繋がるため、無停電電源装置を設置するなどの対策が必要である。

ウ　ノイズ対策

ノイズの発生原因を根絶することは難しい。よって、情報機器の設置は、できる限り、ノイズの影響を受けない場所に設置する必要がある。強電界・サージノイズを発生する特別高圧実験設備などの、近くへの設置は避ける。また、互いに使用時間が重ならないように工夫することも必要である。

エ　環境

温度上昇などによる誤動作だけでなく、静電気発生を抑えるために湿度も管理する必要がある。そのため、情報機器室においては、温度・湿度計の設置をする。

また、直射日光を避ける対策を行うように注意する。

学校環境では、塵埃・腐食性ガスなどが直接問題になることは考えられない。しかし、校内の改修工事などで生じることが考えられるので注意が必要である。

表２－10　温度・湿度についての指標

	動作時	非動作時	奨励値	備考
温　　度	10～38℃	-10～43℃	21～28℃	不快に感じない範囲で
湿　　度	20～80％	８～90％	45～55％	
最高湿球温度	26℃	27℃	―	

４　システム設計・管理について

高度情報化されたコンピュータ通信システムは、システムの機能またはデータの保護にかかわる事故が多いので、教員の理解と協力が不可欠である。

よって、「情報管理委員会」などの校内組織体制をシステム設計段階から設置する必要がある。

(1) 管理体制

学校では、「使いやすさ」と「管理のしやすさ」のバランスをどのように取るかが難しい問題である。利用者の意欲をそぐことなく、設備を有効・安全に利用する仕組みづくりが大切である。組織的にシステム管理者(以下、管理者)を置き、責任ある位置付けに配置する必

要がある。

ア　ソフトウェアの保管と管理

システムソフトウェアまたはアプリケーションソフトウェア(以下、ソフトウェア)は、高価であり、著作権法上の保護対象である。バックアップについては、適法範囲内とし、不正なコピーが行われないように管理しなければならない。

ソフトウェア使用の許諾権は、フリーソフトウェアライセンス、シュリンククラップ契約、クリックラップ契約、シングルユーザーライセンス、サーバーライセンス等のいろいろな形態があるので十分注意が必要である。システム管理者と十分な協議を必要とする。

イ　ネットワークの安全な利用

コンピュータを一人一人が単体として利用するより、何らかのコンピュータネットワークにつないだ状態で使用していることが多い。そのため、発生する事故の影響はシステム全体におよぶことも少なくない。また、インターネットへの接続も一般的になり、インターネットアプリケーション(電子メール、Web、インターネット電話、遠隔ログイン等)をより安全に利用する必要がある。

(ｱ) ネットワーク犯罪には、不正アクセス・個人情報の漏洩・ネット詐欺・知的財産の侵害・電子メールやブログの悪用などがある。

(ｲ) 「マルウェア」(有害なプログラムの総称)は、感染経路や機能により次に示すように大別できる。

a　コンピュータウィルス

感染先での分類で、ファイル感染型・ブートセクタ感染型・マクロ感染型・Webページ感染型がある。

b　ワーム

他のファイルに寄生せず、単独のファイルで増殖する。電子メールの添付ファイルとして自己増殖し、システムに大規模な被害が出ることがあるので注意が必要である。

c　トロイの木馬型ウィルス

自己増殖しないが、内部に隠されたウィルスやワームが破壊活動を行い、遠隔操作可能な機能を忍ばせ、コンピュータを外部から乗っ取ることもある。

d　スパイウェア

アプリケーションのインストールを行うときに同時に忍び込む。いったん組み込まれるとバックグランドで情報を盗み出す。Webのアクセス履歴やユーザーのコンピュータに関する情報を記録し送信するなど、似通った機能をもつアドウェアがある。

被害の届け出は、2,000年以降、毎年10,000件以上あり増加しているため、その対策が重要である。ウィルスの感染経路は、ネットワークを経由するものが多く、電子メールの添付ファイルや偽警告による操作誘導、Windowsシステムまたはアプリケーションソフトのセキュリティホール上の脆弱点から侵入され、感染する。

さらに、近年は持ち運びが便利なUSBメモリなどリムーバブルメディアの使用が増えるにともなって感染経路が複雑になり、感染に気付かずに被害を拡大させた上で発覚するケースが多い。

(ｳ) 情報セキュリティ

コンピュータ、ネットワークにおける安全性または信頼性を確保するために、さまざ

まな脅威を防止すること。もし、被害が出たときにできるだけ早く事態を収拾し、システムを回復させるために、情報の機密性・情報の保存および伝達の安全性が求められるセキュリティポリシーの策定が必要である。

a　技術的な対策

(a) ＯＳやソフトウェアは、セキュリティ面のぜい弱性を改善されたソフトウェアに定期的に更新する。

(b) ネットワーク全体または個々のパーソナルコンピュータについては、ウィルス対策ソフトウェアをインストールして常にウィルスチェックを行う。

(c) ウィルス対策ソフトウェアは、セキュリティ面の改善されたバージョンに定期的に更新する。

(d) インターネットに接続されたパーソナルコンピュータは、ファイアウォール等を設定して悪質な電子メールや外部から違法侵入を防止する。

b　運用管理

誰か一人が注意を怠ることで、「外部の不正な侵入を許し、全体を脅威にさらしてしまう」という認識を一人一人がもち、全員が理解し、遵守できるような仕組みづくりを行う。

(a) 運用規則を作成する。

(b) 必要に応じて説明会および使用者教育を行う。

５　情報に関する権利と保護について

(1) 知的財産権の尊重

知的財産権は、特許権や著作権などの創作意欲の促進を目的とした「知的創作物についての権利」と、商標権や商号などの使用者の信用維持を目的とした「営業標識についての権利」に大別され、これらを保護することによって、健全な経済的・文化的発展を促進させるための制度である。知的財産の権利を守る一方で、多くの人が利用できるように一定の範囲で権利者の権利も制限している。

学校現場でも関係するソフトウェアや音楽ソフト、インターネット上の情報などの「著作権」については、近年デジタル化されたデータを、簡単にコピーでき劣化しないという特性をもつため、意識的に注意を喚起する必要がある。

(2) 個人情報の保護

個人情報の保護に関する法律第２条によると、個人情報とは「生存する個人に関する情報であって、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの」であり、「他の情報と容易に照合することができ、それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む」とされている。

学校では、生徒名簿又は成績に関するデータなど、その取扱いとセキュリティ対策についての体制を確実に取り組むことが重要である。

６　ＶＤＴ作業への注意

ＶＤＴ作業には多くの種類があり、それぞれの作業形態または作業内容は大きく異なっている。また、健康に及ぼす影響には個人差がある。そのため、画一的な作業管理を行うことは難

しく、好ましくない。

　したがって、施設面では照明、採光、グレア防止、騒音を低減する。また、運営面では一連の続作業時間が１時間を超えないようする。もし、一連の作業が１時間を超える場合には、１時間おきに10分～15分の休息時間を設定する。

　また、作業机または椅子の高さは適当か、ディスプレイはおおむね40cm以上の視距離を確保できているか、作業環境や作業時間、使用機器などについては、細やかな配慮を行うことが必要である。

第５節　電気機器

１　電気機器などの組立作業と取扱い上の注意

電動機または配電盤の組立作業は、重量物を取り扱うので、その組立などにおいて部品が落下したり、運搬中に転倒したりすることが多い。また、作業姿勢においても、部品や工具を足の上に落下させたり、作業着が機器に挟まったりすることで思わぬ事故が発生することがある。

さらに、組立完了後、各種の試験を行う。特に、高電圧設備において高電圧による耐圧試験をする場合は、感電の危険があるので、十分注意する必要がある。

⑴　組立作業

ア　天井クレーンなどを使用して、大形機器の運搬、フレーム、ステータ、ロータなどの取付け、取外し作業は、玉掛け技能講習修了者・床上操作式クレーン運転技能講習修了者でなければ操作を行ってはならない(ただし、５トン以上の天井クレーンの場合は、クレーン運転士・デリック運転士免許取得者でなければならない)。

イ　クレーン操作時には、玉掛け者とクレーン操作者との連絡合図を取り決めて、確実に連携を行う。

ウ　機器の清掃に、空気圧を利用するときは、必ず保護めがねをかける。

エ　その他、重量物の運搬や手工具の取扱い等の機械作業などの安全作業は、細心の注意を払う必要がある。

⑵　はんだ付け作業(電気的な組立作業)

ア　はんだ付け作業は、作業者が化学物質を吸い込まないように注意をする。よって、保護めがね、手袋、マスクなどを着用し、排気装置を設置した所で作業する。

イ　はんだごては、必ず鉄製の安定した受け台に置く。

また、はんだ炉を使用する場合は、以下の点に注意する。

①　はんだごては、予熱してから，はんだ炉に入れる。

②　はんだ炉に冷たいものを急に入れたり、水、油などを入れたりしてはならない。

③　はんだ炉の周辺には、ガソリン、シンナーなどの引火性危険物または可燃物を置いてはならない。

はんだ付け作業において、 自然換気が不十分な場所は、局所排気装置もしくは全体換気装置を設けなければならない(労働安全衛生法に基づく厚生労働省令鉛中毒予防規則)。

⑶　乾燥作業(機器の接着・皮膜処理など)

乾燥作業おいては、それぞれの乾燥設備に対して、あらかじめ標準作業書を作成する。そして、作業方法の留意点は、次のとおりである。

ア　作業開始前の点検

標準作業書に基づき、主要部の点検を念入りに実施する。特に、内部に引火性物質、爆発性ガスなどが残留していないか確認が必要である。

イ　運転中の点検

運転中の点検も標準作業書に基づき行う。

ウ　停止時の点検

乾燥作業を終了したときは、標準作業書にしたがって、点検を行う。特に揮発性の接着剤や塗料を使用している乾燥物によっては、危険なガスを発生するものもある。また、装置の停止後に引火爆発する場合もある。換気装置は、しばらくの間は運転し、作業場内の

残留ガスを換気する必要がある。

(4) 火災の防止

乾燥設備による火災の原因には、乾燥設備の欠陥、故障、取扱い上の不注意などがある。これは，構造上の原因もあるが、最近では取扱い上の不注意が非常に多い。

乾燥設備は、災害防止上、特に留意しなければならない。基本的には、次の項目のとおりである。

① 爆発性、自然発火性または引火性の危険物を取り扱う乾燥設備を設置した作業場は、他の生産設備の建屋とは隔離する。

② 乾燥設備の内部の棚または枠は、不燃材料で構成する。

③ 有効な換気装置を設ける。

④ 熱源と乾燥物が接触し、近接しないように安全な距離を確保する。

⑤ 温度測定装置を設け、常に内部の温度分布を正確に把握できるようにする。また、乾燥物の発火温度と乾燥温度の関連にも注意をする。

⑥ 乾燥設備の電源は、他の電熱器または動力などの配線、他の開閉器とは別回路で専用のものとする

(5) 爆発の防止

乾燥設備内において、配管や配線、潤滑用油や乾燥物に使用した揮発性塗料等による爆発を防止するためには、熱源と乾燥物の二つの対象に分けて考えなければならない。

ア 熱源による爆発防止

① 乾燥設備を使用している間は、加熱装置の作動を確認する。

② 特にバーナの異常の有無を確認する。

③ 排気用ダンパの開閉状況を確認する。

④ 空気量の調節、完全燃焼の維持を確認する。

⑤ 消炎の検出と警報および燃料の供給停止を確認する。

⑥ 点火、再点火の際は、換気を十分にとる。

⑦ 自動制御式の燃焼装置にあっては、定期的なメンテナンスの実施と正常な作動を確認する。

イ 乾燥物による爆発防止(直火の使用禁止)

蒸発する物質、引火性溶剤の蒸気または可燃性のガスなどの場合は、熱源として木炭、コークスなどの固体の燃料を直火で使用することを禁止する。

電熱装置の熱板などの発熱温度は、可燃性のガスなどの発火温度より低いものでなければならない。また、直接触れる方法は避ける。

乾燥設備の内部で使用する電気設備は､防爆性能を十分有するものでなければならない。赤外線電球などを使用する場合は、可燃性のガスや蒸気温度が爆発範囲に入らないことが保証されていなければならない。

また、電球自体の被損、フィラメントの溶断、ソケット部の過熱などによる事故を防止するような防爆型仕様であり、常に点検・保守を行わなければならない。

(6) 中毒の防止

乾燥作業における中毒防止については、熱源として使用される可燃性ガス、燃焼生成ガス及び乾燥物から接着剤や塗料などから発生する溶剤蒸気、ミスト、粉塵などの吸入による中

毒事故の防止と暴露による中毒事故の防止の２通りについて考慮する必要がある。

ア　燃焼性ガスによる中毒の防止

燃焼性ガスの漏れを防止するため、設備の定期的な点検整備はもちろん、始業前にガス検知、局所排気装置の設置が必要である。

イ　乾燥物による中毒防止

有毒ガスの排出装置の設置は、外部より遠隔操作ができること、または自動制御方式になっていることが望ましい。

また、作業によっては，作業者は送気マスク(ホースマスクまたはエアラインマスク)を着用することが必要である。

２　雑音について

(1) 電気通信回線による雑音

電気通信回線では、送信側で信号を入力しない状態であっても受信側で何らかの信号が現れることがある。これを雑音という。雑音の大きさを表すものとして、受信電力と雑音電力との相対レベルを用い、信号対雑音比（ＳＮ比）で表す。ＳＮ比の数値が大きいほど雑音が少なく高品質の信号が得られる。

(2) 電磁的な雑音

電磁的な干渉性、または、ある機器が動作することによって、他の機器の動作を阻害し、人体に影響を与える一定レベル以上の干渉源となる電磁妨害（ＥＭＩ：electro magnetic interference)を生じないようにする。また、周辺の電気機器などから発生する電磁波などによって装置の動作が阻害されないように、電磁感受性（ＥＭＳ：electro magnetic susceptibility)をもつことが大切である。

電気機器は、何の対策も施さなければ、近くにある他の機器の放射電磁波、雷、太陽活動などの影響で、機能低下または誤作動、停止、記録の消失などが生じることがある。そして、装置の発する電磁波によって、他の機器の動作や近くにいる人間の健康に悪影響を与えてしまうこともある。

また、他の電気機器によって生じる放射電磁波、雷、太陽活動などといった自然現象が電気機器の動作を阻害し、システムに機能低下、誤作動、停止、情報の消失などといった影響を及ぼす外的要因となり得る。

例えば、コンピュータの近くにあるラジオへの雑音、電力スイッチングによりサージ電流の漏出、高周波機器による漏れ電磁波による生体への影響などがある。

参考図書等

1　大阪府立大学工業高等専門学校　安全対策委員会「安全の手引き」(平成 24 年)
2　福井大学工学部・工学研究科「安全の手引き」
3　独立行政法人　国立高等専門学校機構　安全衛生管理委員会「安全管理マニュアル」（平成 17 年)
4　新潟工科大学「実験・実習における安全の手引」
5　大阪府都市整備部総合計画課　「大阪府防災都市づくり広域計画」(平成 21 年)
6　労働調査会出版局労務相談室編
「労働安全衛生法のポイント」平成 23 度版　労働調査会　(平成 23 年)
7　中央労働災害防止協会
「新入者安全衛生教育　指導者用」　第２版第１刷（新訂）(平成 22 年)
「新入者安全衛生テキスト」　第３版第２刷(平成 22 年)
「ゼロ災害シリーズ　危険予知訓練」　第３版第１刷
「電気工事作業指揮者安全必携」　第４刷　(平成 22 年)
「新しい時代の安全管理のすべて」　第５版第１刷　(平成 23 年)
8　経済産業省商務情報政策局製品安全課編
「電気用品安全法　関係法令集」第４版　社団法人　日本電気協会　(平成 20 年)
9　日本電気技術規格委員会（JESC E0005(2005)）需要設備専門部会編
「内線規定（電気技術規定使用設備編）JEAC 8001-2005」第 11 版
社団法人　日本電気協会　(平成 17 年)
10　市川紀充、冨田一　「感電の基礎と過去３０年間の死亡災害の統計」
独立行政法人　労働安全衛生総合研究所　(平成 21 年)
11　オーム社編
「電気設備技術基準・解釈　2011 年度　改正版」第１版第１刷　オーム社　(平成 23 年)
12　小林一也　山下省蔵他　「工業技術基礎」　実教出版
13　大橋真也、森夏節、立田ルミほか「ひと目でわかる最新情報モラル第２版」日経ＢＰ社
14　独立行政法人　情報処理推進機構
「情報セキュリティ読本三訂版　IT 時代の危機管理入門」　実教出版
15　山住富也「モバイルネットワーク時代の情報倫理」　近代科学社
16　駒谷昇一、山川修、中西通雄、北上始、佐々木整、湯瀬裕昭　共著
「情報とネットワーク社会」　オーム社
17　三輪賢一「改訂新版かんたんネットワーク入門」　技術評論社
18　長岡技術科学大学「安全のための手引き」
19　新潟工科大学「実験・実習における安全の手引」
20　埼玉大学「実験・実習　安全の手引」
21　九州大学「理学研究院等安全の手引」「安全衛生ガイドライン」
22　静岡大学　農学部「安全の手引き」
23　職業能力開発総合大学校　能力開発研究センター編
「二級技能士コース電気機器組立て科　教科書」一般財団法人　職業訓練教材研究会

24　厚生労働省
「労働安全衛生規則（足場等関係）が改正されました」
http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei26/index.html
「職場のあんぜんサイト」http://anzeninfo.mhlw.go.jp/
25　厚生労働省　大阪労働局「大阪府における労働災害の現況」
http://osaka-roudoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/jirei_toukei/genkyo.html
26　環境省「廃棄物処理の現状」
http://www.env.go.jp/recycle/waste/index.html
27　総務省消防庁「消防統計」
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList8_3.html
28　経済産業省「電気用品の技術上の基準を定める省令第２項の規定に基づく基準」
http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2003/files/150331youhin.pdf
29　経済産業省　中部近畿産業保安監督部近畿支部「事故・災害等情報」
http://www.safety-kinki.meti.go.jp/jikosaigai_jirei.html
30　東京消防庁「広報テーマ 2011 年８月号　電気火災を防ごう」
http://www.tfd.metro.tokyo.jp/camp/2011/201108/index.html
31　上智大学理工学部安全委員会「安全教育テキスト（装置取扱い編）」
http://www.me.sophia.ac.jp/netsuko/webfiles/information/anzen/anzen1-1.htm
32　独立行政法人　情報処理推進機構「対策情報　ウイルス対策」
http://www.ipa.go.jp/security/isg/virus.html
33　公益社団法人　日本保安用品協会「保安用品とは」http://www.jsaa.or.jp/
34　一般社団法人　電線総合技術センター「電線ケーブルデータベース」
http://www.jectec.or.jp/03cable/index.html
35　社団法人　仮設工業会「仮設工業会の認定」http://www.kasetsu.or.jp/
36　社団法人　日本船舶電装協会
「電装作業安全衛生ハンドブック」（平成 11 年）日本財団図書館
http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/1999/00268/mokuji.htm
37　北海道勤労者安全衛生センター
「ＶＤＴ作業における労働衛生管理のためのガイドライン」
http://www.hokkaido-osh.org/contents/vdt_guideline.html
38　中央労働災害防止協会　安全衛生情報センター　http://www.jisha.or.jp/
39　株式会社　きんでん「電気設備」「内装設備」「技術情報」「人材育成」
http://www.kinden.co.jp/business/
40　中部電力株式会社「トラッキング現象」
http://www.chuden.co.jp/ryokin/information/use/plug/tracking/index.html
41　藤井電工株式会社「安全帯に関する法律等」
http://www.fujii-denko.co.jp/anzentai/kikaku.html
42　東京海上日動リスクコンサルティング株式会社「高所作業中の落下事故の防止について」
http://www.tokiorisk.co.jp/risk_info/up_file/200905153.pdf

43　IT 用語辞典 e-Words「電磁両立制（ＥＭＩ／ＥＭＳ）」
http://e-words.jp/
44　株式会社　重松製作所「送気マスク」
http://www.sts-japan.com/products/soki_mask/index.php
45　興研株式会社「局所排気装置」http://www.koken-ltd.co.jp/kyokuhai.htm
「送気マスク」http://www.koken-ltd.co.jp/soukimask.htm

第３章　工業化学分野

実験・実習には必ず危険が伴う。それは、「不注意であり、安全に対する認識不足であり、機械・器具及び薬品などに対する無知であり、各種機械や機器の操作に対する慣れなどから起こりやすい。」といわれている。

化学工業での安全については、物質安全(material safety)とプロセス安全(process safety)の二つの観点から検討することが重要である。物質安全は、化学物質のもつ潜在的危険性に対しての、危険性物質や有害物質の危険性評価区分、貯蔵、取扱い及び輸送方法などの安全対策である。プロセス安全は、安全な化学プロセスや生産環境に対しての、本質安全設計、プロセス設計、リスク・アセスメント、リスク・マネジメント、ヒューマン・エラー対策及び規制法令などの安全対策である。

安全に関する知識を系統的かつ総合的に習得することは、自らを危険リスクから守り、自らを安全な場に置き、さらに、他者や地域の安全な生活を守り、広くは持続可能な発展をめざした社会の構築を進めることになる。

本章では、工業高校の工業化学分野で安全教育を進めていく上での必要な知識と取扱いについて、化学薬品、ガラス器具、プラント関連機器及び分析機器の領域に分けて記述する。

第１節　化学薬品

１　化学薬品の危険性

化学薬品の中には、発火性、爆発性を有するものや中毒性を有するものなど数多く存在する。今日、産業の場では、人の安全と健康を守るために、化学薬品には法的に厳しい規制が行われている。学校の実習を指導していく上でも、事故防止のために、法的に規制されている薬品については、その性質を十分に承知し、慎重に取り扱っていかなければならない。

また、2003年に、国際連合から「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム(Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals)(略してＧＨＳ)」について勧告がなされた。ＧＨＳとは、世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるように、ラベル(表３－１)で表示したり、「化学物質等安全データシート(Material Safety Data Sheet)(略してＭＳＤＳ)(表３－２)を提供したりするシステムである。国際的な物質の流通が進んでいる現代社会で、日本を含む加盟各国は、世界的な統一基準を踏まえて薬品の分類や表示をより適切に行っていく努力が求められている。

日本ではこのＧＨＳ国連勧告を踏まえ、2005年に労働安全衛生法の改正を経て、2006年12月１日から、従来の表示対象物である有害物に加え、危険物を対象として、ＧＨＳに対応したラベル表示が義務付けられた。(厚生労働省「労働安全衛生法施行令及び労働安全衛生規則の改正について(化学物質等に係る表示及び文書交付制度の改善関係)」)

ＭＳＤＳについては、2001年１月に施行された「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化管法)」に規定され、事業者に作成義務が課せられている。

将来、化学工業分野に就労する生徒は、ＧＨＳやＭＳＤＳのような国際的なルールに基づく安全教育が大切になってくる。さらに、化学物質の被害を未然に防止するため、その開発から

廃棄までの全ライフサイクルを総合的に管理する「総合安全管理」の観点から、安全教育を進めていかなければならない。

表３－１　ＧＨＳに使用されるラベルの解説(イラストは黒色、菱型の囲みは赤色)

絵表示	該当区分	絵表示	該当区分
	火薬類 自己反応性化学品 有機過酸化物		可燃性／引火性ガス 引火性エアゾール、引火性液体 可燃性固体、自己反応性化学品 自然発火性液体、自己発熱性化学品 水反応可燃性化学品、有機過酸化物
	酸化性液体 酸化性固体 支燃性／酸化性ガス		高圧ガス
	金属腐食性 皮膚腐食性 目に対する重篤な損傷性		急性毒性(高毒性)
	発がん性 呼吸器感作性、吸引性呼吸器有害性 生殖毒性、生殖細胞変異原性 特定標的臓器/全身毒性(単回暴露) 特定標的臓器/全身毒性(反復暴露)		急性毒性(低毒性) 目刺激性 皮膚刺激性、皮膚感作性 気道刺激性 麻酔作用
	水生環境有害性		

環境省「化学品の分類および表示に関する世界調和システムについて」(2006 年)

表３－２　製品安全データシート(ＭＳＤＳ)の例

作成日：2001/XX/XX
改訂日：2011/XX/XX

ＭＳＤＳ No. XXXXXXXXXX

１．製品及び会社情報(省略)

２．危険有害性の要約

ＧＨＳ分類：
- 引火性液体：区分２
- 皮膚腐食性/刺激性：区分２
- 眼に対する重篤な損傷/眼刺激性：区分２Ａ
- 急性毒性：経口：区分４
- 生殖細胞変異原性：区分２
- 発がん性：区分１Ａ
- 生殖毒性：区分２
- 特定標的臓器/全身毒性(単回暴露)：区分１(呼吸器)
- 特定標的臓器/全身毒性(単回暴露)：区分３(麻酔作用)
- 特定標的臓器/全身毒性(反復暴露)：区分１(中枢神経系、造血系)
- 吸引性呼吸器有害性：区分１
- 水生毒性(急性)：区分２
- 水生毒性(慢性)：区分２

GHS ラベル要素：

危険

危険有害性情報：
- 引火性の高い液体及び蒸気
- 皮膚刺激
- 強い眼刺激

飲み込むと有害
遺伝性疾患のおそれの疑い
発がんのおそれ
生殖能または胎児への悪影響のおそれの疑い
臓器の障害(呼吸器)
眠気又はめまいのおそれ
長期又は反復暴露による臓器の障害(中枢神経系、造血系)
飲み込み、気道に侵入すると生命に危険のおそれ
水生生物に毒性
長期的影響により水生生物に毒性

注意書き：　蒸気を吸入すると重篤な中毒を起こすおそれがありますから、取扱いには下記の注意事項を守って下さい。

１．取扱い作業場所には、局所排気装置を設けて下さい。
２．容器から出し入れするときは、こぼれないようにして下さい。
３．取扱い中は、必要に応じ防毒マスク又はホースマスク、保護手袋等を着用して下さい。
４．取扱い後は、手洗いを十分行って下さい。
５．一定の場所を定めて、換気の良いところに貯蔵して下さい。
６．液がこぼれた場合には、砂等を散布したのち処理して下さい。

上記で記載がない危険有害性は分類対象外または分類できない。

３．組成、成分情報(省略)

４．応急措置

吸入した場合：　新鮮な空気の場所に移し、安静保温に努める。症状が回復しない場合は、直ちに医師の手当を受ける。
皮膚に付着した場合：　多量の水で石鹸を用いて洗う。炎症を生じた時は医師の手当を受ける。
目に入った場合：　直ちに多量の水で15分以上洗い流す。異常があれば医師の手当を受ける。
飲み込んだ場合：　大量の水を飲ませる。吐かせない。直ちに医師の手当を受ける。
応急措置をする者の保護：救助者はゴム手袋と密閉ゴーグルなどの保護具を着用する。

５．火災時の措置

消火剤：　粉末、泡、炭酸ガス、乾燥砂
火災時の特有危険有害性：消火作業の際には煙を吸い込まないように適切な保護具を着用する。
特有の消火方法：　火元の燃焼源を断ち、消火剤を用いて消火する。移動可能な容器は速やかに安全な場所に移す。移動不可能な場合には周辺に噴霧で冷却する。
消火を行う者の保護：　消火活動は風上から行い、有害なガスの吸入を避ける。状況に応じて呼吸保護具を着用する。

６．漏出時の措置

人体に対する注意事項、保護具及び緊急時措置：屋内の場合、処理が終わるまで十分に換気を行う。漏出した場所の周辺に、ロープを張るなどして関係者以外の立ち入りを禁止する。作業の際には適切な保護具を着用し、飛沫等が皮膚に付着したり、粉塵、ガスを吸入したりしないようにする。風上から作業して、風下の人を退避させる。
環境に対する注意事項：　漏出した製品が河川等に排出され、環境への影響を起こさないように注意する。汚染された排水が適切に処理されずに環境へ排出しないように注意する。
回収、中和：　火気厳禁とし、適切な保護具を着用して、おがくず、ウエス等に吸収させて、密閉できる空容器に回収する。

７．取扱い及び保管上の注意

取扱い

技術的対策：　火気厳禁とし、高温物、スパークを避け、強酸化剤との接触を避ける。
注意事項：　容器を転倒させ落下させ衝撃を与え又は引きずる等の粗暴な扱いをしない。
漏れ、溢れ、飛散などしないようにし、みだりに粉塵や蒸気を発生させない。
使用後は容器を密閉する。
取扱い後は、手、顔等をよく洗い、うがいをする。
指定された場所以外では飲食、喫煙をしてはならない。
休憩場所では手袋その他汚染した保護具を持ち込んではならない。
取扱い場所には関係者以外の立ち入りを禁止する
安全取扱注意事項：　吸い込んだり、目、皮膚及び衣類に触れないように、適切な保護具を着用する。
屋内作業場における取扱い場所では、局所排気装置を使用する。

保管

適切な保管条件：　保管場所で使用する電気機器は防爆構造とし、機器類はすべて接地する。
容器は遮光し、乾燥した場所に貯蔵し、密閉して、空気との接触を避ける。
技術的対策：　換気の良い場所で容器を密閉し保管する。
火気厳禁
日光から遮断すること。
混触禁止物質：　強酸化性物質
安全な容器包装材料：ガラス

８．暴露防止及び保護措置

設備対策：　屋内作業場での使用の場合は発生源の密閉化、または局所排気装置を設置する。
取扱い場所の近くに安全シャワー、手洗い・洗眼設備を設け、その位置を明瞭に表示する。
管理濃度・作業環境評価基準：　１ppm

許容濃度

OSHA PEL :　air TWA 10ppm CL 25ppm PK 50ppm/10分/８時間

ACGIH TLV(s) :　TWA 0.5ppm STEL 2.5ppm

日本産業衛生学会 :　過剰発がん生涯リスクレベルと対応する評価値
過剰発がん生涯リスクレベル　10<-３　評価値　１ppm（平均相対リスクモデル）
過剰発がん生涯リスクレベル　10<-４　評価値 0.1ppm（平均相対リスクモデル）

保護具

呼吸器の保護具 :　有機ガス用防毒マスク、空気呼吸器

手の保護具 :　保護手袋

目の保護具 :　保護眼鏡

皮膚及び身体の保護具 :保護長靴、保護衣

適切な衛生対策 :　マスク等の吸着剤の交換は定期または使用の都度行う。
ゴム等を侵すので点検時注意する。

９．物理的及び化学的性質(省略)

10. 安定性及び反応性(省略)

11. 有害性情報

急性毒性 :
経口 ヒト LDLo: 50mg/kg (RTECS)
吸入 ヒト TCLo: 100ppm (RTECS)
経口 ラット LD50: 930mg/kg (RTECS)
経口 マウス LD50: 4,700mg/kg (RTECS)
吸入 マウス LC50: 9,980ppm(RTECS)
腹腔 マウス LD50: 340mg/kg (RTECS)
ラットに対する経口投与のLD50＝810 mg/kg（NICNAS (2001)、 IRIS (2002))、3,000、3,300、4,900 mg/kg (EHC 150 (1993)) に基づいて、計算式を適用した。算出されたLD50 (計算値)＝1,620mg/kg

皮膚腐食性・刺激性 :
皮膚刺激 ウサギ 15mg/24H 軽度 (RTECS)
NICNAS (2001) のウサギを用いた皮膚一次刺激性試験結果、EHC 150 (1993) の皮膚累積刺激性試験結果の記述から、皮膚刺激性を有すると考えられ、EUリスク警句 Xi; R36/38を参考にした。

眼に対する重篤な損傷・刺激性 :
目刺激 ウサギ 88mg 中程度 (RTECS)
目刺激 ウサギ 2mg/24H 重度 (RTECS)
EHC 150 (1993)、NICNAS (2001) のウサギを用いた眼刺激性試験結果に関する記述から、ベンゼンは中等度 (moderate) の眼刺激性を示すと考えられる。

生殖細胞変異原性 :
ＤＮＡ抑制試験：経ローマウス 20g/kg
EHC 150 (1993)、NTP TR289 (1986) の記述から、経世代変異原性試験で陰性、生殖細胞in vivo変異原性試験なし、体細胞in vivo変異原性試験で陽性、生殖細胞in vivo遺伝毒性試験なしである。

発がん性 :
NTP (2005) でK、IARC (1987) で１、ACGIH (2001) でA1、EPA (2000) でAに分類されている。

NTP :　グループａ　発がん性既知

IARC :　グループ１　ヒトに対して発がん性がある

日本産業衛生学会 :　「第１群」人間に対して発がん性がある物質

生殖毒性 :
NTP (1986)、ATSDR (2005) の記述から、母動物毒性が示される用量で胎児毒性がみられる。

特定標的臓器・全身毒性、単回暴露 :ヒトでは「皮膚、鼻、口、咽頭への刺激」、「気管炎、喉頭炎、気管支炎、肺での大量出血」(NICNAS (2001))等の記述、実験動物では「麻酔状態の際に呼吸障害が観察された」(EHC 150 (1993))等の記載があることから、呼吸器を標的臓器とし、麻酔作用をもつと考えられた。

特定標的臓器・全身毒性、反復暴露 :ヒトについては「骨髄の形成不全、過形成もしくは正常芽細胞をともなう血球減少症」、「血液毒性」、「再生不良性貧血による死亡例」(EHC 150 (1993))、「横断性脊髄炎」(IRIS (2002))、「頻発性頭痛、疲労感、睡眠障害および記憶障害」、「白血球、赤血球数の減少及び平均赤血球容積の増加」(NICNAS (2001))等の記述、実験動物では「リンパ球、赤血球数の減少及び循環赤血球と好中球の形態異常」、「脾臓有核細胞、循環赤血球及びリンパ球数の減少」、「白血球数減少」、「骨髄細胞充実性の減少、骨髄多能性幹細胞数の減少」(EHC 150 (1993))、「赤血球、白血球、リンパ球、ヘマトクリット減少、及び平均赤血球容積の増加」(IRIS (2002))等の記述があることから、中枢神経系、造血系が標的臓器と考えられた。なお、実験動物に対する影響は区分１に相当するガイダンス値の範囲で見られた。

吸引性呼吸器有害性 :
「この液体を飲み込むと、誤嚥により化学性肺炎を起こす危険がある。」(ICSC (J) (2003))との記載がある。また炭化水素であり、動粘性率は0.740 mm^2/s (25℃) (CERI計算値)である。

12. 環境影響情報(省略)

13. 廃棄上の注意

残余廃棄物 :　焼却法
可燃性溶剤と共に焼却炉の火室へ噴霧して焼却する。
廃棄においては関連法規ならびに地方自治体の条例に従うこと。

なお上記方法による処理が出来ない場合は都道府県知事の許可を得た専門の廃棄物処理業者に委託処理する。
汚染容器及び包装 :空容器を廃棄する場合、内容物を完全に除去した後に処分する。

14. 輸送上の注意

国連番号 ： 1114
品名 ： ベンゼン
国連分類 ： クラス 3 （引火性液体）
容器等級 ： PG II
海洋汚染物質 :非該当
注意事項 ： 運搬に際しては容器に漏れのないことを確かめ、転倒、落下、損傷がないよう積み込み、荷くずれの防止を確実におこなう。

15. 適用法令

消防法 ： 危険物第４類 第１石油類（非水溶性）危険等級２
毒物及び劇物取締法 ： 非該当
労働安全衛生法 ： 法第57条(令第18条)名称等を表示すべき有害物
法第57条の２(令第18条の２)名称等を通知すべき有害物　No.531
令別表第１の４ 引火性の物
作業環境測定基準　作業環境評価基準
特定化学物質等障害予防規則　第２類物質
特定化学物質等障害予防規則(特別管理物質)
化審法 ： 優先評価化学物質
船舶安全法（危規則）： 引火性液体
航空法 ： 引火性液体
海洋汚染防止法 ： 施行令別表第１ 有害液体物質 Y類物質
化学物質管理促進法(PRTR 法) :特定第１種指定化学物質No.400 （旧PRTR法では特定第１種 No.299 H21. ９.30まで）
大気汚染防止法 ： 第17条第１項(特定物質)：令附則第３項(指定物質)： 有害大気汚染物質(優先取組物質)
水質汚濁防止法 ： 第２条第２項(有害物質)
土壌汚染対策法 ： 特定有害物質

16. その他の情報(省略)

化学物質は、「有害な化学物質」と「無害な化学物質」に単純に区別することはできない。例えば、人の健康の場合、そのリスクは「化学物質の有害性」と「その物質にどれだけ暴露した」の両方の要素によって決まる。つまり、食塩でもたくさん取りすぎると健康によくないのと同様に、有害性の小さい化学物質でも、大量に暴露されれば悪い影響が起こる可能性がある。逆に、有害性の大きい化学物質でも、暴露される機会がほとんどなければ悪い影響を心配する必要はないということになる。化学物質と上手に付き合っていくためには、こういったリスク評価を行い、その結果をもとに適切な取扱い(リスク管理)をしていくことが重要である。

(1) 化学薬品に関する関係法規

危険な薬品は、薬品のもつ性質によって、火災や爆発を引き起こす可能性の大きい「危険性物質」と、人間の健康や動植物の育成などに悪影響を与える「有害物質」に、大きく分けることができる。

危険な薬品についての法規上の分類には、「毒物及び劇物取締法」による医薬用外毒物、医薬用外劇物及び特定毒物、「消防法」による第１類から第６類の危険物、「高圧ガス保安法」に基づく可燃性ガス及び毒性ガス、「薬事法」による毒薬及び劇薬などがある。事故防止を考える上で、それぞれの薬品がどのような特性をもち、どのような法規上の分類に該当するかを知っておくことはきわめて大切なことである。（図３－１、表３－３）

(2) 危険性物質

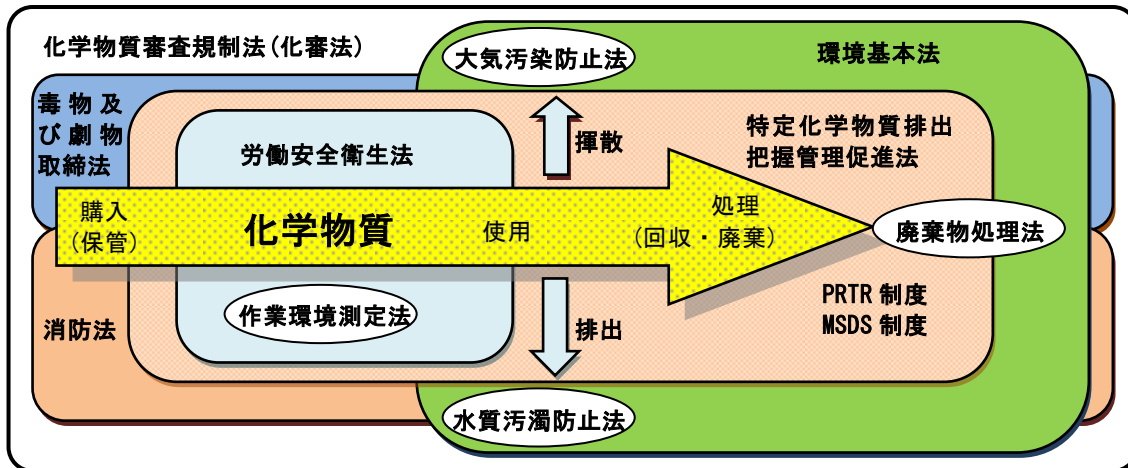
「労働安全衛生法」の第20条で、「事業者は、爆発性の物、発火性の物、引火性の物等による危険を防止するため、必要な措置を講じなければならない。」と定められている。従って、危険物とは、事業所において製造または取り扱う物質で火災や爆発を起こし、作業者に危害を与えるおそれがある性質の物質といえる。その薬品名およびその化合物は、労働安全

〈参考〉大阪大学大学院工学研究科主催 安全講習会資料（2008 年、技術部）から

図３－１　化学物質の購入から処理まで関係する法体系

表３－３　化学薬品の管理に関する主な法規

法　　規　　名（所管官庁）	趣　　　旨
・毒物及び劇物取締法（厚生労働省） ・消防法（総務省消防庁） ・高圧ガス保安法（経済産業省） ※ 学校で理科実験等に用いる薬品には、これらの法律が適用される。	薬品の生物学的、物理的及び化学的性質に着目し、その危険防止について規定した法律
・環境基本法（環境省） ・特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律（環境省・経済産業省） ・水質汚濁防止法（環境省） ・大気汚染防止法（環境省） ・廃棄物の処理及び清掃に関する法律（環境省） ・海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（国土交通省） ・循環型社会形成推進基本法（環境省）	環境保全に関係し、化学物質の管理、及び危険な薬品や危険な薬品を含む廃棄物の処理について規定した法律
・薬事法（厚生労働省） ・火薬類取締法（経済産業省） ・食品衛生法（厚生労働省） ・農薬取締法（農林水産省） ※ 農薬を使用する学校では、農薬取締法の趣旨に沿ってそれらを管理しなければならない。	薬品の用途に着目し、その性質や有効性などを規定した法律
・労働安全衛生法（厚生労働省） ・作業環境測定法（厚生労働省） ※卒業後、これらの化学薬品等を取り扱う業務に就労する。	労働者の安全と健康の確保、快適な作業環境の形成について規定した法律
※ 各種の通達等（関係法規・通達等を参照）については、趣旨を十分把握し、事故の防止に万全を期するようにしなければならない。	

参考：北海道教育委員会編「理科薬品等の取り扱いに関する手引き」（第３版）（2011年）など

衛生法施行令別表第１に記載されており、労働安全衛生規則第 256条にその取扱いの方法を規制している。

「消防法」では、火災等の災害を引き起こす危険性の高い化学物質を「危険物」と定め、製造、貯蔵及び取扱い等について規制している。消防法における危険物は、常温・常圧において、固体と液体を対象とし、気体については「高圧ガス保安法」に基づいて規制される。また、危険物は表３－４のように第１類から第６類に分類される（参考：消防法第２条、別表第１）。さらに、消防法第10条に、指定数量以上の危険物は、許可を受けた危険物施設以外の場所でこれを貯蔵または取り扱うことができないとしている。

表３－４　消防法における危険物

分　類	性　質	主な該当物質の例
第１類 （酸 化 性 固 体）	強い酸化力をもった物質であり、ほかの物質（特に可燃物）を酸化する。その際に、点火源あるいは熱源があると、その物質を発火あるいは爆発させる。	塩素酸塩、過塩素酸塩、臭素酸塩、亜硝酸塩、過マンガン酸塩、重クロム酸塩、無機過酸化物　など
第２類 （可 燃 性 固 体）	比較的低温で着火しやすい物質であり、燃焼速度も速い。水又は酸と反応して可燃性ガス（水素）を発生する危険性がある。また、微粉状の場合には粉塵爆発の危険性がある。	アルミニウム（粉末）、硫黄、マグネシウム、硫化リン、鉄粉、亜鉛（粉末）、赤リン、引火性固体（固形アルコール、ラッカーパテなど）など
第３類 （自然発火性物質及び禁水性物質）	空気との接触により発火する危険性のあるものや、水との接触により発火、あるいは可燃性ガスを発生させる危険性のあるものがある。	ナトリウム、カリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、アルキル亜鉛、トリクロロシラン、炭化カルシウム（カーバイド）、水素化ナトリウム、黄リン など
第４類 （引 火 性 液 体）	引火性を有する液体で、ほとんどの有機溶剤はこれに該当する。液表面から発生する蒸気は引火性であり、蒸気比重が大きく、低所に滞留し、遠くに流れるなど、特有の危険性を有する。	特殊引火物：二硫化炭素、ジエチルエーテル、アセトアルデヒド、ペンタン など 第一石油類：ヘキサン、ベンゼン、アセトン、ガソリン など アルコール類：メタノール、エタノール、プロパノール など
第５類 （自己反応性物質）	分子内に酸素を有する可燃物であり、点火源があれば、ほかからの酸素の供給を受けずに燃焼する物質である。摩擦・衝撃によって容易に爆発する。	有機過酸化物（過酸化ベンゾイルなど）、硝酸エステル（ニトログリセリンなど）、ニトロ化合物（ピクリン酸など）、アゾ化合物、ジアゾ化合物、ヒドラジン誘導体、金属アジ化物 など
第６類 （酸 化 性 液 体）	液体の酸化性物質で、還元性物質と激しく反応する。可燃物と反応して発火し、燃焼が起きれば激しく燃焼し、爆発的な燃焼に至ることもある。	過酸化水素、硝酸、過塩素酸、発煙硝酸、三フッ化臭素 など

危険物第４類の引火性液体は、化学系学科以外でも多量に取り扱うことがあるので、主な物質名と指定数量を表３－５に示す。

「労働安全衛生法」で扱っている危険物と「消防法」で扱っている危険物の定義は異なることに留意する必要がある。

表３－５　消防法の危険物第４類(引火性液体)の指定数量　　単位[リットル]

品　名	性　質	指定数量	主　な　危　険　物
特殊引火物		50	ジエチルエーテル、二硫化炭素、ペンタン、酸化プロピレン、アセトアルデヒド など
第１石油類	非水溶性液体	200	ガソリン、ベンゼン、トルエン、酢酸エチル メチルエチルケトン など
	水溶性液体	400	アセトン、ピリジン、アセトニトリル、ジエチルアミン など
アルコール類		400	メタノール、エタノール、プロパノール など
第２石油類	非水溶性液体	1,000	灯油、軽油、キシレン など
	水溶性液体	2,000	酢酸、プロピオン酸 など
第３石油類	非水溶性液体	2,000	重油、クレオソート油、アニリン、ニトロベンゼン など
	水溶性液体	4,000	エチレングリコール、グリセリン など
第４石油類		6,000	ギヤー油、シリンダー油、タービン油、マシン油、モータ油 など
動植物油類		10,000	ヤシ油、オリーブ油、綿実油 など

(3) 高圧ガス

アセチレンや水素・プロパンなどのガスは、ボンベに充てんすると貯蔵・輸送・反応などに便利であるため、広く利用されている。しかし、爆発や中毒の危険性があり、災害防止のために「高圧ガス保安法」によって規制を受ける。「高圧ガス」は、法第２条によって、圧縮ガス、圧縮アセチレンガス及び液化ガスに分類される。さらに、政令(高圧ガス保安法施行令第１条)で、液化シアン化水素、液化ブロムメチル及び液化酸化エチレンが含まれる。

高圧ガスの種類とその性質について分類すると、表３－６のようになる。

表３－６　高圧ガスの分類[上付き＊は毒性ガスである。]

性 質	圧縮ガス	溶解ガス[注1)]	液　化　ガ　ス
可燃性	水素 天然ガス (メタン) 一酸化炭素*	アセチレン	エタン、エチレン、プロパン、ブタン、ブタジエン、液化石油ガス(ＬＰガス)、酸化エチレン*、アンモニア*、モノメチルアミン*、トリメチルアミン*、クロロメタン*、塩化エチル、塩化ビニル、シアン化水素*、硫化水素*、ジメチルエーテル、ブロムメチル* など
支燃性	酸素、空気		塩素*、一酸化二窒素 など
不燃性	窒素、アルゴン、ヘリウム		二酸化炭素、二酸化硫黄*、ホスゲン*、窒素 フロン(11、22、12)、六フッ化硫黄 など

注１)溶解ガスは、アセチレンが爆発・危険性大のため溶剤(アセトン)に溶解させたガスをいう。

(4) 有害物質

有害物質は、法的には「労働安全衛生法」と「毒物及び劇物取締法」により規制されているが、共に、有害性や毒性の定義は明確にしていない。しかし、共通していえることは、生物が有害物質を吸入(吸入侵入)、摂取(経口侵入)及び皮膚に浸透(経皮侵入)して、中毒やア

レルギー、臓器障害及び発がんなどの急性・慢性の健康被害を発生させ、治癒が困難な性質又は死に至る性質のことをいう。有害物質の代表的なものとして、表３－７に示すようなものがある。

表３－７　化学薬品の有害性

有　害　性		化学物質の例
急 性 毒 性	人に急性中毒を起こすおそれのある性質をもつ薬品	シアン化ナトリウム、ヒ素、 クロロホルムなど
腐食刺激性	次のいずれかの性質をいう。 ①　人の皮膚に不可逆的な損傷を起こすおそれのある性質をもつ薬品 ②　人の皮膚に発赤、重度の熱傷を起こすおそれのある性質をもつ薬品 ③　人の目に角膜混濁、虹彩の異常、結膜の発赤または熱傷を起こすおそれのある性質をもつ薬品	①　コバルト、ピクリン酸、硝酸銀、ヨウ素、タール、ホルマリン、クロム、タリウム、マンガン、セレン、硫酸、硝酸、酢酸、水酸化ナトリウム など ②③　アルデヒド類、アンモニア、アルカリ性の粉じん、クロム酸、エチレンオキシド、塩化水素、フッ化水素酸、亜硫酸ガス、三酸化硫黄、臭素、塩素、ヨウ素、臭化シアン、塩化シアン、二酸化窒素、ホスゲン、硫酸ジメチル など
特定有害性	次のいずれかの性質をいう。 ①　人にがんを発生させるおそれのある性質をもつ薬品 ②　微生物に、または哺乳類の培養細胞に強い変異(その変異が統計的に有意なものに限る)を発生させる性質をもつ薬品 ③　人の生殖能力または胎児の発生もしくは成長に影響を及ぼすおそれのある性質をもつ薬品 ④　人の胎児の身体またはその機能に異常を生じさせるおそれのある性質をもつ薬品 ⑤　人に感作(アレルギー)を生じさせるおそれのある性質をもつ薬品	①　石綿、塩化ビニル、エチレンオキシド､クロロメチルメチルエーテル、コールタール、クロム酸塩、硫酸ジメチル、ベンゼン など ②　アクリロニトリル、キノリン、2-アミノアントラキノン、1,3-ブタジエン など ③　エチレングリコールモノエチルエーテル、酢酸鉛、1,2-ジブロモ-3-クロロプロパン など ④　塩化カドミウム､一酸化炭素 など ⑤　コバルト、無水フタル酸 など

日本化学会編「化学実験のセーフティガイド」化学同人(2006年)，p 22

有害物質として規制されている化学物質として、法律では、「労働安全衛生法」第57条で名称等を表示すべき危険物及び有害物がある。また、同法第56条で重度の健康被害のおそれがある製造許可物質、人体に遅発性の健康被害を与え治療が困難であるというような特別の

管理を必要とする物質、及び神経系・造血組織・肝臓などに障害を起こす有機溶剤がある。
　さらに、作業者に対して健康被害の予防対策を定めた諸規則が省令で制定され、化学薬品に関しては、「特定化学物質等障害予防規則」、「有機溶剤中毒予防規則」及び「鉛中毒予防規則」などで有害物質が規定されている。
　一方、「毒物及び劇物取締法」では、保健衛生上の見地から、その薬品の急性毒性に注目して､薬事法で規制する医薬品及び医薬部外品(育毛剤や発汗防止剤など人体に対する作用の緩和なもの)以外の有害物質を毒物と劇物に分けている｡毒物は同法第２条で別表第１に掲げるものとこれらを含む製剤で、劇物は別表第２に掲げるものとこれらを含む製剤と規定している。また、同法第２条に毒物の中でも四アルキル鉛や農薬のように、特に、経皮性の毒性の強いものを特定毒物に指定している。
　毒物と劇物の区分する判定基準は、その範囲について薬事・食品衛生審議会が参考として決定しているもの(2007年改訂)を目安とすることができる。
　この判定基準値は、有害性物質を実験動物に投与した時、次のようにされている。
　　毒物：体重１kg 当たり経口致死量 50mg 以下のもの。
　　劇物：体重１kg 当たり経口致死量 50mg～ 300mg のもの。
　しかし、厳密な条件ではなく、「毒物及び劇物取締法」で規制する物質をいう。

　以上の危険性物質や有害物質に関する法律は、化学薬品のもつ特性のみに着目し、法的に規制を行うことを目的とした法律である。したがって、ある化学薬品が危険性物質であると同時に毒性の強いものであるならば、これらの薬品には、「消防法」、「労働安全衛生法」及び「毒物及び劇物取締法」が同時に適用される。また、化学薬品類は今後も追加されていくので、法規の改正には十分に配慮していく必要がある。

◆有害物質の許容濃度

　実習中の有害な気体や蒸気の呼吸は避けにくいところがある。これが臭気や刺激性の少ない気体となると危険性は非常に大きい。このため、どの程度の濃度ならば安全であるか、許容濃度を知って実習指導することが必要である。法的規制は受けないが、作業環境中の有害物質の許容濃度(allowable concentration)を、毎年、日本産業衛生学会が勧告している。単位は、vol ppm または mg/m^{3}が用いられる。
　許容濃度は、健康な成人男子が毎日８時間(週40時間)労働しても、空気中の有害物質によって健康を害さない最大濃度で表わされる。慢性毒性になるような危険性の高い物質は、濃度が低く押さえられている。急性中毒を起こす物質について、たとえ短時間であっても越えてはならない濃度が決められており、これを天井値(ceiling value)とよんでいる。

(5) 発がん性物質

　近年､発がん性物質について広く話題になっているが､化学物質が原因になることもあり、職業がんとして問題になっている。特に、「労働安全衛生法」では、職業がんの予防のために事業者に対し、厳しい法的規制を行っている。学校の実習においても慎重な取扱いが求められる。

表３－８は、日本産業衛生学会が提示する発がん性物質のうち、特に、実習で使用する物質を示したものである。

表３－８　おもな発がん性物質　(2011年６月現在)

第　１　群	カドミウム(化合物)、クロム(化合物)、ニッケル(化合物)、ヒ素、 すす・タール及び鉱物油、石綿、エチレンオキシド、塩化ビニル、 2 - ナフチルアミン、ベンジジン(その塩)、ベンゼン、 硫化ジクロロジエチル(マスタードガス・イペリット)　など
第２群Ａ	アクリロニトリル、クレオソート、*o*-トルイジン、硫酸ジエチル、 硫酸ジメチル、ホルムアルデヒド、ＰＣＢ(ポリ塩化ビフェニル類)　など
第２群Ｂ	アセトアルデヒド、クロロホルム、ヒドラジン、四塩化炭素、ＤＤＴ　など

注１)第１群は、人間に対して発ガン性のある物質(26 種)
注２)第２群Ａは、人間に対しておそらく発ガン性があると考えられる物質(証拠がより十分でない)(27 種)
注３)第２群Ｂは、人間に対しておそらく発ガン性があると考えられる物質(証拠が比較的十分でない)(119 種)

２　危険な薬品の安全な取扱いと保管

事故がほとんどないとか、量的に少ないということから、化学薬品類の取扱いが安易になってはならない。薬品量や加熱の度合いなどで実習が進まない場合や、他の者に遅れている場合には実習手順で無理をしやすくなる。このことが、切傷・やけど・器具の破損・薬品の調合ミス・不注意な取扱いなどにつながり、事故を起こす原因となる。大きい事故になると生徒個人が負傷するだけでなく、周囲にも大きな影響を及ぼす。指導者は危険を予測し、二重三重の安全対策を取らなければならない。

(1) 化学薬品の取扱い

実習の際、次のことに留意して、化学薬品を取り扱わなければならない。

①　ルールやマナーを守る。
　実験台及びその周辺の整理整頓、指導者の指示に従う、飲食禁止、予備実験も含めて単独実験禁止など
②　実習に適した服装を徹底する。
　衣服の汚れ、履物、長髪をくくるなど
③　実習の目的・方法を理解する。
④　実験装置や器具の安全な取扱い方、正しい配置の仕方を徹底する。
⑤　保護眼鏡・保護手袋の着用、救急薬品の整備など
⑥　実験薬品の性質と取扱いを理解する。
　ＭＳＤＳによる薬品の性質の調査、法の遵守など
⑦　事故の予測と発生時の消火器等対処の方法を事前に理解する。
　ＫＹＴ活動、消火訓練、やけどやけがなどの初期対応など
⑧　グループ実習では、事前に共同で行うための十分な打合わせをする。
⑨　実習終了後の薬品の処理方法を理解する。
⑩　健康管理、傷害保険の加入、事故報告など

以上の他に、⑥についての説明を表３－９に詳しく付記する。

表３－９　薬品の取扱い

性　質	特　　　　　徴	取　扱　い　方
発火性	火との接触によって発火するもの、または空気中における発火点が 40℃未満のもの。	空気に触れないように密封し、他の物質と隔離して貯蔵する。絶対に皮膚に触れないようにする。物質によっては水との接触を避ける。
禁水性	吸湿または水との接触によって発熱・発火するもの、および有毒ガスを発生するもの。	直接水と触れないようにし、手で扱ってはならない。冷暗所で高い所に保管する。特に容器の破損に気を付ける。
引火性	可燃性ガスまたは引火点 30℃未満のもの。	炎や火花あるいは熱源を近づけないようにする。加熱、摩擦、衝撃を避ける。貯蔵には温度、湿度に注意し、通風の良い冷所を選び日光を避ける。容器の破損・流出に気を付ける。
可燃性	引火点 30℃以上 100℃未満のもの。ただし、引火点 100℃以上でも発火点の比較的低いもの。	貯蔵は引火性薬品と同じ。液体は蒸気密度が大きいため低い所に滞留することから気を付ける。
爆発性	熱や衝撃によって急激な化学変化を起こし分解・爆発するもの。	火気を禁じ、通風のよい冷暗所に保管する。衝撃や摩擦を与えない。
酸化性	化学的に活性であるため、他の物質と反応しやすい。可燃性物質と混合した場合、発火・爆発する危険性を有する。	加熱・衝撃・摩擦・日光を避け、熱源からも離す。有機物や可燃物、強酸との接触を避ける。内容物の漏出に気を付ける。
強酸性	無機または有機の強酸類。	酸化性物質との混合により発火・爆発すものが多い。
腐食性	人体に接触した時、皮膚や粘膜を破壊するおそれがある。強い酸性・アルカリ性を示す。	皮膚に直接触れないようにする。目に入ると失明する。
有毒性	吸ったり、飲み込んだりした時、急性や慢性の健康被害を発生し、死亡するおそれがある。 皮膚・粘膜から吸収されるものは症状が出るまで時間がかかるため注意を要する。	密封した容器を使い、内容物を明記して施錠した薬品棚に保管し、出納簿に使用の都度、記録する。

(2) 薬品の保管

薬品の保管に関しては、次の一般的な注意事項を守ることが大切である。

① 薬品は専用の薬品戸棚または薬品庫に保管する。薬品を保管している場所には薬品保管場所であることを表示しておく。

② 薬品戸棚は床又は壁に固定し、直射日光を受けずに、温度変化の少ないところに設置する。

③ 地震などによって落下しないように、仕切り板を付けた薬品戸棚に整理整頓して保管する。

④ 薬品の危険有害性を、発火性、禁水性、引火性、可燃性、爆発性、酸化性、強酸性、腐食性及び有害性などに分け、区分を明らかにして保管する。

⑤ 衝撃で爆発する可能性のある薬品は、なるべく低い所に置く。

⑥ 混合すると危険なものは、一緒に置かないようにする。(表３－10)

⑦ ラベルの取れたものや、汚れて不明瞭になったものは、直ちに新しいラベルに取り替える。わからない場合は廃棄処置の手続きをする。

⑧ 薬品戸棚の付近では火気を使用しない。

表３－10　危険物の混合危険

	第１類	第２類	第３類	第４類	第５類	第６類
	酸化性固体	可燃性固体	自然発火性及び禁水生性物質	引火性液体	自己反応性物質	酸化性液体
第１類		×	×	×	×	○
第２類	×		×	○	○	×
第３類	×	×		○	×	×
第４類	×	○	○		○	×
第５類	×	○	×	○		×
第６類	○	×	×	×	×	

×：混合危険あり(混載禁止)
○：混合危険なし(混載可)
この表は、指定数量の1/10以下の危険物については適用しない。

危険物の規制に関する規則(別表第４表から)

混合危険例(爆発、有毒ガス発生)＞

爆 発 危 険	酸素 ＋ 可燃物(特に水素) 有機ハロゲン化物 ＋ アルカリ金属orアルカリ土類金属 アセトン ＋ 混酸(HNO_3＋H_2SO_4)
有毒ガス発生	シアン化物 ＋ 酸 →(シアン化水素) 硫化物 ＋ 酸 →(硫化水素) 硝酸塩 ＋ 硫酸 →(亜硫酸ガス)

(3) 毒物・劇物の保管

毒物及び劇物取締法で規制されている化学品の保管については、

① 毒物・劇物は、鍵のかかる丈夫な薬品戸棚で、ほかの薬品と区別した専用のものを使

用する。また、保管場所にも赤地に白字の「医薬用外毒物」、白地に赤字の「医薬用外劇物」の表示をする。

医薬用外毒物　　医薬用外劇物

② 毒物・劇物の容器にも同様の表示をする。特に、容器の移し替えや小分けした際にも忘れずに表示をする。

③ 薬品の出し入れに伴う在庫量を記録して、使用日時、使用者及び使用量などを記載した使用記録を残して、管理に十分注意する。

特に、下記の薬品は、法規・通達などにより、鍵のついた金属性薬品戸棚に保管しなければならない。毒物・劇物と同様に薬品の出し入れに伴う在庫量を記録して管理に十分注意する。

危険薬品	塩素酸カリウム、塩素酸ナトリウム
有害物質	シアン化カリウム、シアン化ナトリウム

(4) 高圧ガスボンベ

高圧ガスボンベは気体の種類により、表３－11 のような色で塗られている。

表３－11　高圧ガスの容器の色

気体の種類	化学式	容器の色	特　　性
酸素	O_2	黒色	
水素	H_2	赤色	爆発性が高い
二酸化炭素	CO_2	緑色	
アンモニア	NH_3	白色	毒性注意
塩素	Cl_2	黄色	毒性高い
アセチレン	C_2H_2	茶褐色	爆発性が高い
その他※1		灰色	

※1：ヘリウム、アルゴン、窒素、メタン、プロパン、ＬＰガスなど

容器の運搬等の移動は、保護キャップを付け、ボンベキャリヤで移動する。容器の保管は、次の点に留意する。

① ボンベ固定用スタンドを使用し、保護用キャップを付け、２箇所を固定し立てて保管。

② 可燃性ガス、毒ガス及び酸素は区別して保管。

③ 充填してあるボンベと空のボンベを区別して表示。

④ 40℃以下－15℃以上、風通しの良いところに置く。

⑤ 直射日光、湿気の多い所から離して置く。

３　環境への影響

実験後の廃液や廃棄物の処理は、人の健康や環境を害することなく、所属機関の規則や諸法規を遵守し、適正に処理する。また、ＭＳＤＳなどを参考にして、使用した薬品や予想される廃棄物などの環境への影響について十分に検討し、適切に処理することが必要である。また、使用後の空き瓶や空き缶はよく洗浄し、内容物がないようにして、ふたを開けて保管あるいは

廃棄する。廃液・廃棄物をどのように処理・廃棄するかは学校によって処理手順が異なるので、その指示に従う。

一般的な廃液・廃棄物の処理については、次のように対処する。

① 実験廃棄物は、危険性あるいは有害性によって処理方法が異なる。

② 一時的に保管するものは、使用者、発生した日時、内容物、危険性及び有害性を控えて保管する。

③ いろいろな廃棄物を混合すると事故の原因になることがある。内容物については十分検討する。

④ 酸性あるいはアルカリ性の廃液は中和する。

⑤ 廃液、廃棄物の保管についても法令上の基準を遵守する。

⑥ 保管した廃液、廃棄物はできる限りすみやかに、各学校の規則や指示に従って処理、廃棄する。

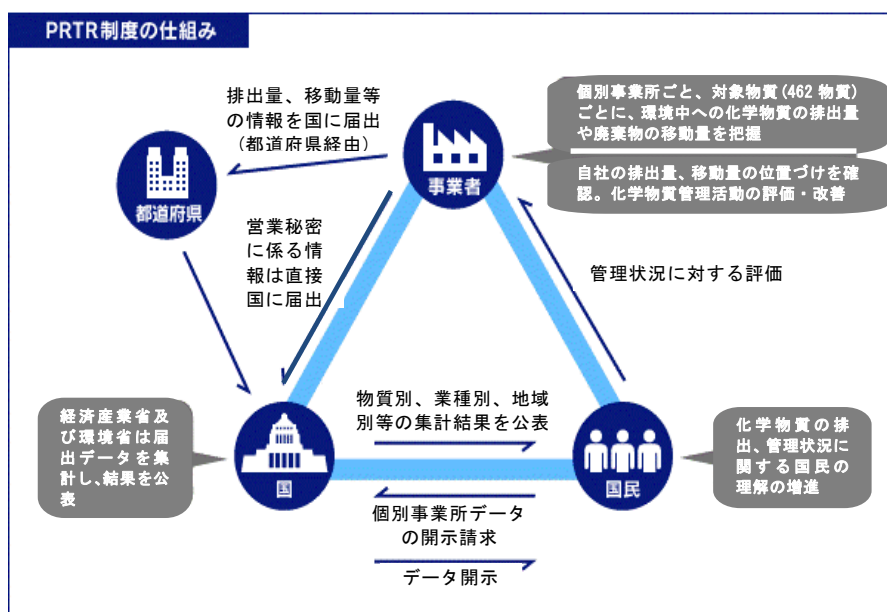
◆ＰＲＴＲ(Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度)

ＰＲＴＲ制度とは、有害性のある多種多様な化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組みである。

対象としてリストアップされた化学物質を製造したり使用したりしている事業者は、環境中に排出した量と、廃棄物や下水として事業所の外へ移動させた量とを自ら把握し、行政機関に年に１回届け出さなければならない。

行政機関は、そのデータを整理し集計し、また、家庭や農地、自動車などから排出されている対象化学物質の量を推計して、二つのデータを併せて公表する。ＰＲＴＲによって、毎年どんな化学物質が、どの発生源から、どれだけ排出されているかを知ることができるようになる。

諸外国でも導入が進んでおり、日本では1999年、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(化管法)が成立し、2001年より施行された。

大学や高等専門学校は、この事業者の対象になる。工業高校は対象事業者にならないが、薬品管理はこのルールに従って実施しておくことが望ましい。

（画像：経済産業省製造産業局化学物質管理課 HP より）

４　災害・事故等の対策と対応

大きな地震により、薬品戸棚が転倒したり、薬品戸棚から多量のびんが落ちて破損したりすると、火災その他の事故の原因になる。また、台風や集中豪雨などのとき、薬品庫に浸水すると、容器のラベルが損傷するとともに、水の浮力により容器が転倒したり、移動したりする。さらに、禁水性物質が水と反応したり、薬品の流出が起こったりする場合もある。このように、地震・火事、水害などの災害が起こった緊急時に、危険性物質や有害物質の保管への対策を確実に行っていないと、災害や事故がより大きくなってしまうことがある。

盗難、飛散、漏れ、流出、しみ出し、又は地下にしみ込んだなどの事故が明らかになったときには、直ちにその旨を所轄の警察署または消防機関に届け出るとともに、それらの危害を防止するために、必要な応急の措置を講じなければならない。

その他、強い酸やアルカリを手や衣服に付着させたり、誤飲したりする事故も考えられるので、常に事故に対する応急の処置を研究しておく必要がある。これらの事故対策も含め、学校全体として、危機管理体制を整備しておく必要がある。

第２節　ガラス器具の取扱い

ガラス器具は、強い力をかけたり落としたりすると割れやすく、割れたガラスの破片は鋭く、けがしやすいので注意が必要である。次に使用上の注意点を説明する。

１　ガラス器具

使用前に点検し、傷のある器具の使用は避ける。特に加熱、減圧及び加圧する場合は危険であり、使用しない。

２　急激な温度変化

急激な温度変化はできるだけ避ける。特に肉厚のガラス容器は、急激な温度変化に弱く、割れやすいので注意する。有機溶剤等を入れた容器が割れると、やけどやけが及び爆発や火災の原因となり、大変危険である。

３　ゴム栓等へのガラス管や温度計などの差し込み

実験室での事故で最も多いのは、ゴム栓やコルク栓、又はゴム管へ、ガラス管又は棒状温度計を差し込む際に、折れて手のひらや指に突き刺さる事故である。傷が深く、太い血管や大切な神経を切断してしまうことが多い。差し込むときの注意として、

①　ゴム栓を一方の手に持ち､ガラス管の先端部分に潤滑剤として水やグリセリンを塗布し、ガラス管をもう一方の手でできるだけ短く持って、ゆっくりと栓又は管をまわしながら差し込む。

②　この時、両方の手の間隔はできるだけ短くし、ガラス管が折れないよう十分に注意して作業をするほうがより安全である。

③　無理に押し込まなくても挿入できる程度の力でないと危険である。堅いときは穴を開け直すこと。絶対に無理やり押し込んではいけない。

④　取り外す時も注意を怠らないこと。特にガラス管と栓が密着して離れない時はあきらめるか、栓を注意して切り取ってしまうほうが安全である。

４　ガラス細工

ガラス細工は、バーナーでガラス管を高温に加熱して作業する。このため極めて高温のガラスを手で保持することになるので、やけどに対する注意が最も必要である。ガラスが暗赤色に近い(500℃位)時は、高温であることがわかるが、 400℃付近では常温のガラスと見分けがつかない。そのため、加熱したガラスの放置冷却の際に高温のガラスをつかんでやけどをすることが多いので、放冷する場所をわかるように区別するなど、特に注意する。

５　ガラス器具による事故対応

ガラス器具による事故として、切り傷とやけどが多い。その対応として、切傷の場合は、

①　傷が皮膚の下まで(皮下脂肪組織まで)達していないか。

②　出血が多いか。

③　傷内にガラス片などが残っていないか。

④　救護手当に当たっては、血液に触れないようにする。

などに、配慮すること。やけどの場合は、初期対応として、患部をよく水で洗い、15分以上(できれば30分以上)室温程度の流水で冷やす。

第３節　プラント関連機器

化学工場での安全は、作業員の高い安全意識及び知識によって守られている。さらに、化学工場では装置の大規模化にともない、プロセス全体の把握が複雑になっており、事故が起これば多数の死傷者を出す危険性が高くなっており、大きな組織としての安全教育がより重要になっている。

実習室におけるプラント関連機器は化学工場の装置を縮小したものであり、その安全対策として、次の３点についての指導が必要である。

①　実習装置の性能や保守点検の方法を理解させる。

②　操作に伴う変化を知り、装置の正しい操作方法や安全な作業方法を理解させる。

③　生徒の役割分担や協力体制を築き､組織として安全操作及び危険予知トレーニング（ＫＹＴ）など安全教育を実施する。

本節では、大阪府立の高等学校に設置されているプラント関連機器について、共通する確認すべき操作上の注意点、各装置において確認すべき点を示す。

１　プラント関連機器に共通する操作上の注意点

プラント関連機器を使用する実習では、防災設備及び避難経路の確認を確実に行い、生徒全員が安全意識を高く持ち、教員がリーダーとなり指示を与えることが大切である。また、災害として考えられるものは、やけど、高所作業での墜落、装置の破損による裂傷等があり、あらかじめ災害の対処法を生徒に理解させておく必要がある。

プラント装置を利用した実習では、いろいろな測定、計算及び反応などの知識や技術を学ぶだけではなく、装置の清掃方法からメンテナンスまでも確実に理解させることが実習を安全に行うために重要である。そのためにも、次のことを確実に実行することが大切である。

⑴　使用前

①　本体や配管に亀裂や劣化している箇所がないか、床面、壁面及び架台に固定されているか確認する。

②　バルブまたはコックが何を目的としたものか、札や掲示で確認する。バルブやコックが正常に稼働するか確認する。

③　高温蒸気が発生する装置では、蒸気の吹き出し口が操作をする人の方へ向いていないか、蒸気の配管に断熱材が巻かれているか確認する。

⑵　使用中

①　温度計、圧力計及び流量計を計測し、異常がないか確認する。

②　バルブは頑丈そうに見えるが人の手でもねじ切れることがあるので、閉めるときは最小限の力で行う。全開で使用する場合は、中を通る流体によってバルブが破損するおそれがあるので最後まで開け、４分の１回転程度戻しておく。蒸気配管のバルブ操作はやけどしないよう耐熱手袋を使用する。

⑶　使用後

①　清掃するときは、装置が高温でないか確認する。

②　滞水による腐食、凍結による破損を防止するため、未使用時にはバルブやコックを開けておく。

③　ガスの元栓が閉まっていること、電源が落ちていることを確認する。

２　ボイラー及び圧力装置

プラント関連機器のうち伝熱装置、蒸発装置、蒸留装置及びバイオテクノロジーを扱う実習時にボイラー及び圧力装置を使用する。使用前に次のことを確認する。

①　ボイラー本体が床面や壁面に固定されている。

②　各装置に繋がる配管の接続やバルブの動作確認。

③　ボイラー室内に可燃物がない。

④　換気を行う。

⑤　都市ガスを燃料として用いる場合は、ガス漏れ警報器に異常がないかの確認。

労働安全衛生法において､ボイラー技士免許がなくても使用できる簡易ボイラー(第１章機械分野、第６節ボイラーを参照)を利用する場合、性能検査や定期自主検査は行わなくてもよい。しかし、ボイラーで用いられる水道水は、溶存酸素や塩素等の不純物を含んでいるため、配管を腐食させることがある。また、配管や装置内で水蒸気が漏れ、やけどや爆発事故が起こる可能性があるため、使用時に本体、配管及び電気系統に異常がないか点検する。

さらに、ボイラーや圧力装置の危険場所への立入禁止や高温部などの危険箇所を標示し、操作上の注意を明示するのが良い。

小型圧力容器とは、労働安全衛生施行令第１条６により、第１種圧力容器のうち、次に規定されるものをいう。

①　ゲージ圧力 0.1MPa 以下で使用する容器で、内容積が 0.2m^3 以下のもの又は胴の内径が 500mm 以下で、かつ、その長さが 1,000mm 以下。

②　その使用する最高のゲージ圧力を MPa で表した数値と内容積を m^3 で表した数値との積が 0.02 以下の容器。

表３－12　ボイラー及び圧力容器安全規則第94条

第94条	事業者は、小型ボイラー又は小型圧力容器について、その使用を開始した後、１年以内ごとに１回、定期に、次の事項について自主検査を行なわなければならない。ただし、１年をこえる期間、使用しない小型ボイラー又は小型圧力容器の当該使用しない期間においては、この限りでない。	
	(1)	小型ボイラーにあっては、ボイラー本体、燃焼装置、自動制御装置及び附属品の損傷又は異常の有無
	(2)	小型圧力容器にあっては、本体、ふたの締付けボルト、管及び弁の損傷又は摩耗の有無
2	事業者は、前項ただし書の小型ボイラー又は小型圧力容器については、その使用を再び開始する際に、同項各号に掲げる事項について自主検査を行なわなければならない。	
3	事業者は、前２項の自主検査を行なったときは、その結果を記録し、これを３年間保存しなければならない。	

表３－13　定期自主検査項目の一例

検査項目	点　検　事　項	点　検　と　対　策
本　　体 缶体含む	・蓋板、胴、鏡板のさび、漏れ、摩耗、割れ、変形の有無 ・蓋締め付け機構の摩耗、さび、ゆるみの有無 ・蓋パッキンの漏れ、キズ、割れの有無 ・圧力計の示度の狂いと損傷	・全項目を外から見える範囲で詳細に点検する。 ・擢動部の注油、ねじ部の締め付けを行う。 ・損傷や蒸気漏れが生じた場合は交換する。 ・圧力計は使用していないときにゼロを示していることを点検する。
配管及び 性能部品	・配管及び継ぎ手部分からの漏れの有無 ・スチームトラップの作動状態 ・排水バルブ、安全弁の作業状態及び漏れの有無	・ネジ部の適切な増締めを行う。 ・機能の点検及び調整を行う。 ・機能の点検及び漏れがひどい場合は交換する。
電気系統	・電源プラグ及びコードの有無 ・各部品の作動状態及び損傷の有無 ・配線コードの異常及びゆるみの有無	・損傷のひどいものは交換 ・ゆるみが生じている場合は適切な増締めを行う。

表３－14　定期自主検査整備記録票の例

実施年月日 年　　月　　日				検査者名 印	
検査項目	状　態		異　常		処　置　と　対　策
	良	否	有	無	
本　　体 缶体含む					
配管及び 性能部品					
電気系統					

３　各プラント機器操作上の注意点

(1) 伝熱装置

伝熱装置には、二重管式熱交換器がよく用いられている。ボイラーより発生した水蒸気を利用して熱エネルギーの交換を行う装置である。次の点に注意すること。

①　すべてのバルブやコックに、水蒸気の供給弁や排水弁及び冷却水の給水弁や排水弁など、何が流れているか示す札や掲示が取り付けられていることを確認する。

②　コンピュータを接続する場合は、ケーブルの防水、接続及びアースに異常がないか確認する。

(2) 蒸発装置

蒸発装置は、ボイラーから発生した水蒸気の熱エネルギーを利用し、蒸発缶内の物質に含まれる溶媒や水分を蒸発させ、濃縮液を取り出す装置である。次の点に注意すること。

① 濃縮液を取り出す場合は、濃縮液の温度を確認し、濃縮液の濃度と性質を理解してから取り出す。

② 溶媒を減圧下で蒸発させて溶質の分解や変質を防ぐときに使用する真空ポンプは、温度計や真空計及びモータに異常がないか確認する。

③ 蒸発液を取り出すときはコンデンサによって冷却され、液体となっているか温度を確認したのち、取り出す。

④ 蒸発缶内部に付着したスケールを取り除くときは、内部の温度及び圧力が下がっていることを確認し行う。

(3) 蒸留装置

蒸留装置には、精留塔やオスマー形平衡蒸留器があり、ボイラーや電熱線から熱エネルギーを得て溶液の分離や濃縮を行う装置である。次の点に注意すること。

① 電熱線の断線がないかテスターで確認する。

② 冷却水が正常に流れているか確認し､缶出液を取り出すときは室温になってから行う。

③ 可燃性液体を使用する場合は、火災に注意する。

(4) 流量測定装置

流量測定装置は、水の体積流量や流速等から乱流・層流を判断し、エネルギー損失等を測定する装置である。マノメータには水銀や四塩化炭素は使用しない。

(5) 反応装置

工業高校で用いられている反応装置として､バイオリアクターやバイオディーゼル燃料(ＢＤＦ)製造装置があり、アルコールや軽油代替燃料を製造している。次の点に注意すること。

① 引火性、可燃性溶液を使用するので換気を行う。

② 装置によっては冷却フィンが取り付けられており、フィンは鋭利であるため素手では触らない。

③ 高温設定時はやけどに注意する。

④ 原料に薬品及び酵素を投入するときは、反応温度を確認しながら行う。

⑤ 電源には漏電ブレーカーを設置する。

(6) オートクレーブ

管内に水蒸気を発生させ、高温、高圧によって器具や薬品を滅菌する装置である。バイオテクノロジーの実習で用いられている。次の点に注意すること。

① 高温、高圧時に引火または発火する薬品が入っていないことを確認する。

② 空炊きしないよう伝熱部分まで水を入れ、装置を閉めたのち、電源を入れる。

③ 滅菌後に高温、高圧のまま装置を開けると管内の器具が破損し、飛び出すおそれがあるので、温度及び圧力が確実に下がったことを確認してから装置を開ける。

④ 安全な取扱いを促す掲示を作り、装置を開閉するとき見えるようにしておく。

⑤ オートクレーブは、労働安全衛生施行令第１条６の規定(P. ３－19 の①と②)の値を超える場合、小型圧力容器となるため「ボイラー及び圧力容器安全規則」に基づく１年に

１回の定期自主検査と検査記録表の３年間保存（ボイラー及び圧力容器安全規則第94条）が義務付けられる。

(7) 乾熱滅菌機・定温乾燥機

金属製の器具やガラス器具は乾熱滅菌機を用いる。また、生成物を乾燥、結晶水を分離する場合は定温乾燥機を用いる。

乾熱滅菌器及び定温乾燥機ともに、特に、設定温度で反応が起こってしまう薬品がないか、器具が破損しないかを確認してから使用する。乾熱滅菌器で、ガラス器具類を紙で包んで高温滅菌したのち、乾熱滅菌器の扉を開けると酸素が入り、高温の紙が発火することがあるので注意が必要である。

第４節　分析機器

分析機器の発達により、その操作性が向上し、初心者であっても容易に機器分析が行えるようになってきた。また、機器の安全設計においても、幾重にも対策が施されており、マニュアルとおりの手順で安全に操作することができ、さらに分析機器の破損や故障による危険も防止されている。しかし、機器内部の機構はますますブラックボックス化し、機器の動作原理もわかりにくくなっている。従って、実習を安全に行うために、生徒に操作手順をしっかり教え、一つ一つの操作を確実に行わせるよう指導することが重要である。

１　高等学校で使用する主な分析機器

電磁波分析の装置として、紫外可視分光分析装置(ＵＶ-Vis)、赤外分光分析装置(ＩＲ)、原子吸光分析装置(ＡＡ)、高周波誘導結合プラズマ発光分析装置(ＩＣＰ)、蛍光Ｘ線分析装置(ＸＲＦ)、Ｘ線回折分析装置(ＸＲＤ)などがある。また、クロマト分析の装置として、ガスクロマトグラフ分析装置(ＧＣ)や高速液体クロマトグラフ分析装置(ＨＰＬＣ)がある。その他、ガスクロマトグラフ質量分析装置(ＧＣ-ＭＳ)や液体クロマトグラフ質量分析装置(ＬＣ-ＭＳ)などがある。

企業及び大学や研究機関では、これらのほかにもさまざまな分析装置が使用されているが、ここでは取り扱わないことにする。

機器分析実習を行う上での総合的な留意点を示す。

(1) 分析機器の設置場所

分析機器を設置する場合は、機器の特性に応じ、排気、水回り、火気、電源、温度・湿度、直射日光及び振動にも注意して安定した場所に設置する。また、必ずアースを設ける。

一度設置した場所を変更する場合は、前記要件を満たす場所を考え、可動部を固定して振動等を与えないようにして移動させる。

(2) 測定前

①　教員は、前もって次に示すような点において、使用する分析機器の特性を十分に把握しておく。

・測定で利用する電磁波、使用する気体や液体の化学薬品の性質等を理解しておく。
・分析機器を作動させる前に、必ず各スイッチが初期状態に戻っているか確認を行う。
・ガスボンベのガスを用いる場合は、バルブが閉じられていることを確認する。
・万一の異常事態に備えて、電源を切る手順を熟知しておく。

②　生徒に、操作方法を徹底して指導する。

③　分析機器の周囲に不必要なものを置かず、整理・整頓に心掛ける。

(3) 測定中

①　異常を察知した場合は、マニュアルに沿って電源を切る。また、ディスプレイ上に異常動作を知らせるメッセージが表示された場合は、その指示に従って電源を切るなど適切な操作を行う。

②　不具合が発生した場合は、必ずメーカーに相談する。不用意に、機器を分解しない。

(4) 測定後

①　マニュアルに沿って機器の電源及び元電源を切り、設定を初期値に戻す。ガスボンベを使用した場合はバルブも閉じる。

②　汚れた箇所があれば、清浄する。

２　放射線について

工業高校で取り扱う分析機器では、高エネルギーの放射線を利用することはない。さらに、利用する放射線は外部に漏れることのないように、装置内部に遮蔽または密閉されている。従って、このような機器を取り扱う特別な資格は必要としないが、指導者は放射線の基礎的な知識を知っておく必要がある。また、電磁波あるいは放射線を使用する分析機器を取り扱う実習は、生徒にとって、正しい放射線の知識を知るよい機会である。この知識をもとに、「放射線＝危険」でなく、「いかに安全に取り扱うか」という知識と技術をぜひ身に付けさせたい。このことは、将来、従事する職業に対してだけでなく、日常生活を送る上でも重要である。

以下に放射線の概要を示すが、詳細にあたっては、関係法規等を習熟する必要がある。

(1) 放射線

電磁波は、電場と磁場の作用によって発生し、真空中を３×10^8m/s で進む波動で、波長の違いで電波、赤外線、可視光線、紫外線、Ｘ線及びγ線などがある。電磁波のうち、紫外線(遠紫外線)、Ｘ線及び γ 線などと、粒子線(α 線や β 線など)をあわせて放射線とよぶ。電離放射線ともよばれ、物質を通過するとき、原子や分子をイオン化させる能力をもつ。放射線は、化学、工学及び医学などのさまざまな分野で利用されている。

(2) 放射能、放射線の単位

①　放射能(Bq：ベクレル)

放射線を出す能力をあらわす単位､1秒間に1回の放射性壊変(不安定な原子核が放射線を出して壊れ、別の原子核になること)が1Bq である。

②　吸収線量(Gy[J/kg]：グレイ)

放射線の量をあらわす単位。電離放射線の照射により物質1kg あたり、１Ｊのエネルギーの吸収が1Gy である。

③　線量当量(Sv：シーベルト)

等価線量ともいう。放射線の量をあらわす単位で、人が放射線を受けたときの影響を示す。線量当量は、吸収線量に放射線の種類による人体への影響を考慮して算出される。

線量当量[Sv] ＝ 吸収線量[Gy] × 放射線荷重係数

放射線荷重係数：例えば、α 線は 20、β 線、γ 線は１

(3) 放射線の人体に対する影響と防護

放射線によるリスクは、外部被ばくと内部被ばくに分けて考える必要がある。体外から放射線を受けることを外部被ばくという。放射線や放射性物質を取り扱う以外に、大地や宇宙からも外部被ばくを受けている。

体内に放射性物質が取り込まれ、体内から放射線を受けることを内部被ばくという。事故などで放射性物質を取り込んでしまった場合だけでなく、日常的に、空気や食物からも放射性物質は体内に取り込まれている。

ア　放射線の人体への影響

私たちは日常でも放射線をあびているが、事故や放射線治療などで、一時的に、多量の放射線をあびることもある｡被ばくをすると､必ず放射線障害を発症するわけではないが、被ばく量が多くなるほど発症する確率が高くなる。これを確率的影響といい、一定量の放

射線を受けたとしても、その影響が必ず現われるのでなく、放射線を受ける量が多くなるほど、その影響が現われる確率が高まることである。

表３－15　放射線障害の分類(確率的影響)

種　類	症　　状		
身体的影響	早期障害	全身	急性放射線障害
		局所	放射線皮膚炎
	晩発障害	全身	ガン、寿命短縮
		局所	白内障、潰瘍
	胎児障害	流産、奇形、重度精神遅滞	
遺伝的影響	突然変異、遺伝病		

National Institute of Radiological Science(2004年)より

一方､被ばく線量がある一定の値(しきい値)を超えると､必ず発生する症状があり(逆に､しきい値以下の被ばく線量ではほとんど症状が発生しない)､これを確定的影響という。被ばく線量の増大にともなって、症状の重篤度は高くなる。

表３－16　全身への放射線被ばくによる急性症状①(確定的影響)

しきい値	症　　　状
＜250mSv	なし
250mSv	白血球の一時的減少
500mSv	吐き気、嘔吐、全身倦怠、リンパ球減少
1,500mSv	50％に放射線宿酔②
2,000mSv	５％死亡
4,000mSv	30 日以内に 50％死亡
6,000mSv	２週間以内に 90％死亡
7,000mSv	100％死亡

①　部分被ばくの場合は症状が異なる。
②　放射線宿酔：放射線被ばくによる頭痛、めまい、悪心、嘔吐、全身倦怠など車酔いに似た種々の症状。

(国際放射線防護委員会 ICRP 勧告より)

イ　放射線の防護

放射線による人体への影響は、前述したように、確率的影響と確定的影響があるが、この他、同じ被ばく線量であっても、短時間の被ばくほど、また、分裂が活発な細胞に対する被ばくほどその影響は大きくなる。

私たちは、常に放射線にさらされて生活している(【参考１】)。その被害から人体を守るために、放射線を取り扱う施設における放射線業務従事者や一般公衆に対して、線量当量の限度が、法令や規則で定められている(【参考２】)。そして、放射線からの影響をできるだけ少なくするためには、次の３点に留意し、対策を立てることが重要である。

①　距離：放射線源からの距離をできるだけ大きくとる。

② 遮蔽：放射線源の間に適当な遮蔽物をおく。
③ 時間：被ばく時間をできるだけ短くする。

管 理 区 域
(使用施設)
許可なくして
立ち入りを禁ず

図３－２　放射線施設の標識例

【参考１】被ばく線量の例(放射線医学総合研究所の調査)
日本における自然放射線被ばく量(年間)：1.5mSv
集団検診における胸部Ｘ線(１回)：0.05mSv
全身ＣＴスキャン(１回)：6.9mSv

【参考２】自然放射線による被ばくを除く年間許容限度
(電離放射線障害防止規則)
一般公衆：1.0mSv
放射線従事者：50mSv

(4) 関係法規

わが国の放射線防護に関する技術的基準の考え方は、国際放射線防護委員会(ＩＣＲＰ)の勧告を尊重して検討が進められている。放射線関係の法律は、まず、ＩＣＲＰの勧告に基づき放射線審議会(文部科学省の諮問機関)で検討される。取り扱う組織や方法により関係官庁が異なる。表３－17 にその例を示す。

表３－17　放射線関係法規

法　令　・　規　則	関係官庁
原子力基本法 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(障防法)	文部科学省
労働基準法 労働安全衛生法 電離放射線障害防止規則(電離則) 医療法 薬事法	厚生労働省
道路運送車両の保安基準 放射性同位元素等車両運搬規則	国土交通省

3　電磁波を利用した分析装置

(1) 分光分析装置

紫外可視分光分析装置と赤外分光分析装置がある。用途は異なるが、紫外から赤外領域の電磁波(光)を試料に照射して、物質の定性・定量分析を行う。

① 紫外可視分光分析装置では、ランプにより電磁波を発生させる(出力 160～ 500W程度)。ランプは熱を発生するので、交換時等にランプにふれる場合は、十分放冷した後に行う。

② 赤外分光分析装置では、レーザーより電磁波を発生させる。出力は、人体に障害を与えない程度(レーザーポインター程度(Class１表３－18参照))であるが、レーザー光を直接目に入れないようにする。

③　試料を機器に装着する場合、セルの破損等により機器が汚損されることに注意する。ただし、こぼした液では漏電しないように設計されている。

表３－18　「レーザー製品の安全基準」クラス分け(JIS C 6802)

安全クラス	危　険　評　価	警告ラベル義務	説明ラベル
Class１	人体に障害を与えない低出力(概ね0.39μW以下)のもの。	不要	クラス１レーザー製品
Class２	可視光で、人体の防御反応により作用を回避し得る程度の出力以下(概ね１mW以下)のもの。	必要	ビームをのぞきこまないこと。 クラス２レーザー製品
Class１M Class２M Class３R	光学的手段でのビーム内観察は危険で、放出レベルがクラス２の出力の５倍以下(概ね５mW以下)のもの。	必要	ビームをのぞきこまないこと。光学機器で直接ビームを見ないこと。 クラス３Aレーザー製品
Class３B	直接又は鏡面反射によるレーザー光線の曝露により眼の障害を生じる可能性があるが、拡散反射によるレーザー光線に曝露しても眼の障害を生じる可能性のない出力(概ね0.5W以下)のもの。	必要	ビームを直接見たり触れたりしないこと。光学機器で直接ビームを見ないこと。 クラス３Bレーザー製品
Class４	拡散反射によるレーザー光線の曝露でも眼に障害を与える可能性のある出力(概ね0.5Wを超える)もの。	必要	直接光も散乱光も危険です。見たり触れたりしないこと。 クラス４レーザー製品

(2) 原子吸光分析装置

試料を加熱して原子化させ、そこに測定元素固有の光を照射し、その吸光度を測定することにより定量分析を行う。原子化の方式には、フレーム方式とファーネス方式(フレームレス方式)がある。

フレーム法では、燃料ガスとしてアセチレンや水素を助燃ガスとして空気や亜酸化窒素を用い、原子化部(加熱する部分)の温度は約 2,400～ 3,000℃に達する。ファーネス法では、電気的に加熱し、その温度は約3,000℃である。

ア　フレーム方式の場合

①　特に炎の上部に手や顔を近づけないよう注意する。

②　使用時は、バーナーヘッドが高温になっている(見た目ではわからない)ので、交換する場合は、十分放冷してから行う。

③　バーナー部を取り囲む熱反射板も高温となるので、手などを触れないように注意する。

④　高電圧放電によりフレームの着火が行われるので、着火部に、金属棒等を差し込まない。

⑤　炎の光を直接長時間見続けると目の痛みを感じることがあるので注意する。

⑥　炎の立ち消えについては、一般的にソフト及びハード両面から安全機構が備わっている。

⑦　ドレン水の漏れを防ぐため、ドレン出口先端は必ず開放しておく。

イ　ファーネス方式の場合

①　冷却水流量モニタにより、流量が適当であるかどうかを確認する。まれに、水道管の腐食等によって流量不足になり、過熱する場合がある。

②　大量の冷却水漏れを防ぐために、冷却水循環装置を用いるとよい。冷却水は、水道水がよく、純水を用いると配管の腐食を招く場合がある。

ウ　ホロカソードランプについて

①　破損したガラス片や金属片の処理には十分注意する。

②　感電のおそれがあるので、点灯状態でランプを抜いたり、ソケットに金属片を入れたりしない。

(3) 高周波誘導結合プラズマ発光分析装置

原子をアルゴンガスの高温プラズマ(8,000～10,000℃)により励起し、得られる発光スペクトルより定性・定量分析を行う。

①　プラズマを発生させるために高周波電流を使用するので、総合通信局(総務省)への届出が必要である。

②　安全装置は幾重にも備えられ、異常が生じた場合は、炎が消える構造になっている。ただし、プラズマトーチ及びその周りも熱くなっているので、消火後もやけどに注意する。

③　冷却水については、前記「原子吸光分析装置」のイを参照。

(4) Ｘ線を利用した分析装置

蛍光Ｘ線分析装置とＸ線回折分析装置がある。試料にＸ線を照射して、物質の成分や含有率、構造解析を行う。

①　試料をセットし、装置を作動させＸ線が発生した時点で、Ｘ線は外部に漏れないように遮蔽される。逆に遮蔽されないとＸ線が発生しない構造となっている。管理区域は不要である。

②　Ｘ線発生室内に試料をこぼした場合は、必ず専門家(取扱業者)に依頼する。

◆管理区域とは

放射線や放射性物質を取り扱う場所で、放射線取扱業務に従事する人の被ばく管理を適切に実施し、従事者以外の被ばくを防止するために設けられた区域。「電離放射線障害防止規則(労働安全衛生法)」、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」、「医療法」、「人事院規則」で詳細が定められている。

４　クロマトグラフ分析装置

ガスクロマトグラフ分析装置と高速液体クロマトグラフ分析装置などがある。物質がカラムの固定相を移動する際に、物質と固定相の吸着性の違いを利用して分離・分析する。

(1) ガスクロマトグラフ分析装置

①　ガスは、検出器により、ヘリウム、窒素、水素を用いる。ガスの取扱いについては、「１化学薬品の危険性(3)高圧ガス」及び「２危険な薬品の安全な取扱い方(4)高圧ガスボンベ」を参照する。

②　ガスボンベ交換時は、リークセンサーを用いて接続部のガス漏れをチェックする。

③　ヒーターは、過熱すると自動的に遮断されるが、その過程で、検出器に不具合が生じる場合があるので注意する。

④　試料注入口ナット部は高温になるので、試料注入時などに触れないように注意する。

⑤　試料注入時に、マイクロシリンジ中の有機溶媒が蒸発し、ピストンが飛び出す場合がある。試料注入は素早く行い、保護めがねを着用するのが望ましい。

⑥　不必要な有機溶媒は、機器付近に置かない。

⑦　使用する有機溶媒により、作業環境が悪化するので、部屋には換気設備を設ける。

⑧　電子捕獲検出器（ＥＣＤ）は、放射線源を用いるので次の点に留意する。

・密封線源なので管理区域は不要。
・密封線源の分解は厳禁。
・使用にあたって、使用許可または使用届出が必要（「放射線障害防止法」による）。
・表示付認証機器でないＥＣＤは、大阪府人事委員会委員への届出が必用（「電離放射線障害防止規則」による）。
・表示付認証機器のＥＣＤは、通常業務における放射線測定は不要。
・表示付認証機器でないＥＣＤは、放射線取扱主任者の配置が必要。
・機器の廃棄は、必ず専門廃棄業者または機器納入会社に依頼。

◆放射線源とは

放射線の発生源で、放射性同位元素や放射線発生装置を指す。ＥＣＤでは ^{63}Ｎｉから発生する β 線を利用している。

(2) 高速液体クロマトグラフ分析装置

①　液漏れを起こしている場合は、センサが検知して輸液ポンプは自動停止するが、漏れた液は素早く拭っておく。

②　溶媒の蒸発により作業環境が悪化するので、換気設備を設けて十分に換気する。揮発性の高い溶媒を使用する場合は、特に注意する。

③　大量の有機溶媒を用いるので、火気厳禁である。

④　カラムの破損は次のような場合に起こるので注意を要する。

・不適切な移動相（溶媒）の使用。
・相互に解け合わない移動相（溶媒）に交換する際は、完全に交換できず、緩衝液から塩が析出する場合がある。
・ろ過等の前処理が不十分であるとカラムがつまる場合がある。

⑤　廃液タンクに溜まった有機溶媒は、静電気で引火するおそれがあるので、適宜別の密閉容器に移す。

５　質量分析装置

質量分析装置は、試料をイオン化し、イオン化した試料分子やその分子の断片イオンを電場や磁場により分離し、定性・定量分析を行う。現在、単独で用いられることはほとんどなく、分離･精製機能をもったクロマトグラフ分析装置などと組み合わせて構成されている(ガスクロマトグラフ質量分析装置(ＧＣＭＳ)や高速液体クロマトグラフ質量分析装置(ＬＣＭＳ)など)。したがって、検出器の一部と考えることもできる。取扱いで次の点に注意する。

① ＧＣ部、ＬＣ部についての注意は、装置及び使用試薬とも「４　クロマトグラフ分析装置」と同様である。

② ＧＣＭＳはイオン源も高温となるため、メンテナンスをする場合は十分放冷してから行う。

③ ＭＳ内部では高電圧が発生している。一般家電同様、漏電やコンセント周りの埃による発火等に注意する。

④ 真空ポンプは、連続運転するようにする。運転・停止を繰り返すとポンプに負荷がかかり、故障の原因となる。

参考図書等

1　亀井　太著「化学物質取扱いマニュアル」労働調査会(2007)

2　日本化学会編「化学実験セーフティガイド」化学同人(2006)

3　日本化学会編「化学安全ガイド」丸善株式会社(1998)

4　長谷川和俊著「危険物の安全」丸善株式会社(2004)

5　東京理化器械株式会社「高圧蒸気滅菌器(ラボ用オートクレーブ)取扱説明書」

6　独立行政法人　科学技術振興機構「Web ラーニングプラザ」
http://weblearningplaza.jst.go.jp/

7　文部科学省
「放射線対策」　http://www.mext.go.jp/a_menu/anzenkakuho/boushihou/
「カタルヘナ法説明書（文部科学省作成　平成 18 年 10 月版)」
http://www.lifescience.mext.go.jp/bioethics/carta_expla.html

8　厚生労働省
「化学物質の安全対策サイト」
http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/seikatu/kagaku/index.html
「安全・衛生」
http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anzen/index.html

9　経済産業省
「温暖化対策」
http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/index.html
「化学物質管理」
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/kagaku/index.html

10　環境省

「化学物質の環境中での残留実態」

http://www.env.go.jp/chemi/kurohon.html

「環境リスクの低減」

http://www.env.go.jp/chemi/risk_management.html

「リスクコミュニケーションの推進」

http://www.env.go.jp/chemi/communication/index.html

「カタルヘナ法」

http://www.bch.biodic.go.jp/cartagena/index.html

「都道府県及び政令市の化学物質に関連する取組」

http://www.env.go.jp/chemi/communication/todoufuken/todouhuken.html

11　公益財団法人　原子力安全技術センター「放射線取扱主任者試験（第１種、第２種）」

http://www.nustec.or.jp/syunin/syunin01.html

12　公益社団法人　日本化学会「環境・安全インフォメーション」

http://www.csj.jp/es/index.html

13　公益社団法人　日本保安用品協会

「保安用品とは」　http://www.jsaa.or.jp/html/appliances/hoan_01.html

14　一般社団法人　日本化学物質安全･情報センター

「化学物質規制情報」　http://www.jetoc.or.jp/regulation/#PN02

15　財団法人　消防試験研究センター「危険物取扱者試験」http://www.shoubo-shiken.or.jp/

16　財団法人　安全衛生技術試験協会「衛生管理者（第一種及び第二種）」

17　社団法人　日本作業環境測定協会

「作業環境測定について」　http://www.jawe.or.jp/sagyou/kanri/wem.html

http://www.exam.or.jp/exmn/H_shokai502.htm

18　社団法人　産業環境管理協会「公害防止管理者」

http://www.jemai.or.jp/japanese/qualification/polconman/index.cfm

19　中央労働災害防止協会　http://www.jisha.or.jp/index.html

20　独立行政法人　労働者健康福祉機構　東京労災病院「産業中毒センター」

http://www.tokyoh.rofuku.go.jp/medical/c_sanchu.html

21　一般社団法人　日本試薬協会「ＭＳＤＳ検索」

http://j-shiyaku.or.jp/home/msds/index.html

第４章　建設分野

１　建設作業にかかわる危険性

建設系の実習における安全教育については、業種による災害特性を十分に理解したうえで、効果的に生徒に伝えることが重要である。

近年、建設業の労働災害死亡者は業種別では最も多く、単独業種としては全体の約30％を占めている（表４－１）。

表４－１　業種別労災死亡事故発生状況

	平成22年	
	死亡者数(人)	構成比(%)
製造業	211	17.7
鉱業	5	0.4
建設業	365	30.5
交通運輸業	22	1.8
陸上貨物運送業	154	12.9
港湾荷役業	5	0.4
林業	59	4.9
その他	374	31.3
計	1,195	100

（厚生労働省　労働災害発生状況　平成22年より）

(1) 類型別による死亡災害事故

建設業全体では、労働災害死亡者数は年々減少傾向にあるものの、墜落・転落による死亡災害は、毎年 40％前後と突出している。また、死傷災害事故を類型的に見た場合には以下①～⑤で全体の約 77％となっている（図４－１）。

①　墜落・転落
（建築物や足場からの墜落、転落による災害）

②　交通事故
（道路上での車輌による災害・その他）

③　挟まれ・巻き込まれ
（挟まれ、機械に巻き込まれる災害）

④　崩壊・倒壊
（ものが崩れておこる災害）

⑤　飛来・落下
（物体の飛来、落下による災害）

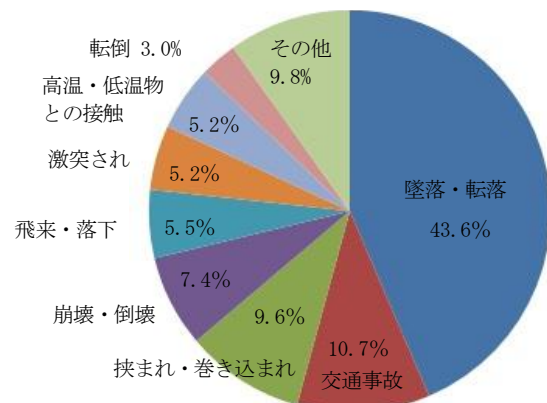



図４－１　類型別労災発生状況
（厚生労働省　労働災害発生状況　平成22年より）

(2) 起因物別による死亡災害事故

起因物別死亡災害事故については、以下の３種類で約73％を占めることになる。

①　仮設物・建築物・構造物等
（足場、橋梁、階段など）

②　物上げ装置・運搬機械
（動力クレーンなど）

③　動力機械
（建築用機械、一般動力機械など）

(3) 建設労働災害の特徴

①　作業の大部分が屋外である。

②　高所での作業が多い。

③　建築・構造物は完成するまで仮設であるので作業に伴う危険性が高い。

④　受注一品生産のため、絶えず作業環境が異なる。

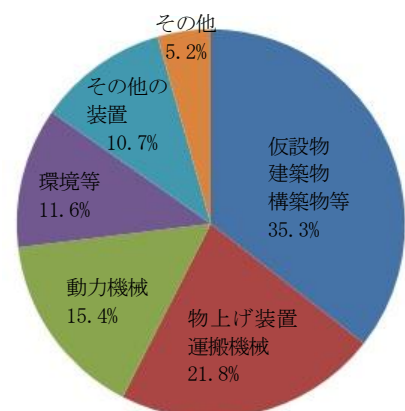



図４－２　起因物別労災発生状況
（厚生労働省　職場のあんぜんサイト
「労働者死傷病報告」による死傷災害発生状況
（平成22年確定値））

２　建設作業の安全に関する法的規制

建設業の安全にかかわることについては「労働安全衛生規則」で詳しく解説されているが、以下にその概要を示す。

安全基準(第２編)
第１章　機械による危険の防止
第３節　木材加工用機械(第 122条―第 130条)
第１章の２　荷役運搬機械等
第１節　車両系荷役運搬機械等
第３款　シヨベルローダー等(第 151条の27―第 151条の35)
第５款　不整地運搬車(第 151条の43―第 151条の58)
第２章　建設機械等
第１節　車両系建設機械(第 152条―第 171条の４)
第２節　くい打機、くい抜機及びボーリングマシン(第 172条―第 194条の３)
第２節の２　ジャッキ式つり上げ機械(第 194条の４―第194条の７)
第２節の３　高所作業車(第 194条の８―第 194条の28)
第３章　型わく支保工(第 237条―第 247条)
第６章　掘削作業等における危険の防止
第１節　明り掘削の作業
第１款　掘削の時期及び順序等(第 355条―第 367条)
第２款　土止め支保工(第 368条―第 375条)
第３款　潜函内作業等(第 376条―第 378条)
第２節　ずい道等の建設の作業等(第 379条―第 398条)
第８章の２　建築物等の鉄骨の組立て等の作業における危険の防止(第 517条の２―第 517条の５)
第８章の３　鋼橋架設等の作業における危険の防止(第 517条の 6―第 517条の10)
第８章の４　木造建築物の組立て等の作業における危険の防止(第 517条の11―第 517条の13)
第８章の５　コンクリート造の工作物の解体等の作業における危険の防止(第 517条の14―第 517条の19)
第８章の６　コンクリート橋架設等の作業における危険の防止(第 517条の20―第 517条の24)
第９章　墜落、飛来崩壊等による危険の防止
第１節　墜落等による危険の防止(第 518条―第 533条)
第２節　飛来崩壊災害による危険の防止(第 534条―第 539条)
第 10 章　通路、足場等
第１節　通路等(第 540条―第 558条)
第２節　足場
第１款　材料等(第 559条―第 563条)
第２款　足場の組立て等における危険の防止(第 564条―第 568条)
第３款　丸太足場(第 569条)
第４款　鋼管足場(第 570条―第 573条)
第５款　つり足場(第 574条・第 575条)
第 11 章　作業構台(第 575条の２―第 575条の８)
第 12 章　土石流による危険の防止(第 575条の９―第 575条の16)

３　建築設備にかかわる危険性

建築設備系の実習は、大別して空気調和設備実習、給排水設備実習、音響実習、施工実習がある。施工実習の中でも配管作業は、「設備工事は配管工事」といわれるように配管をつなぐ実習がほとんどである。実習に使用する管材は主に配管用炭素鋼鋼管（ＳＧＰ）、建築配管用銅管（Mタイプ）、硬質塩化ビニル管（ＶＰ）である。それぞれの作業において危険性を伴う。

(1)　鋼管のねじ切り作業

ア　自動ねじ切り機の構造

ねじ切り機の構造を図４－３に示す。

イ　作業姿勢

ねじ切り機の正面に立ち、ハンドル操作は両手で行う。作業に応じて保護眼鏡を着用する場合もある。正しい作業姿勢を図４－４に示す。

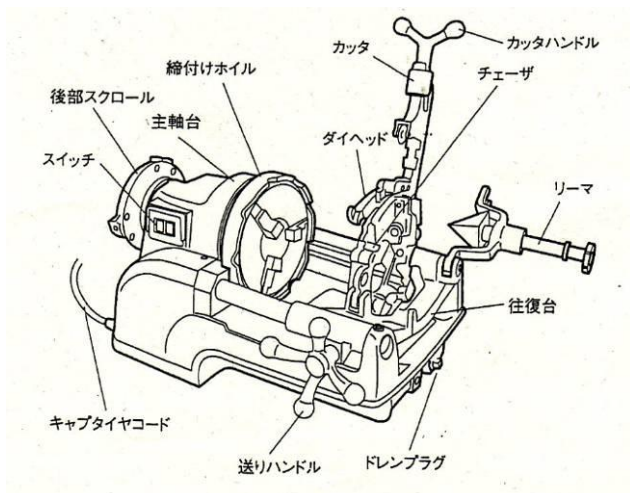



図４－３　ねじ切り機の構造
（画像提供　レッキス工業株式会社）

図４－４　正しい作業姿勢

ウ　操作方法

①　鋼管を後部スクロールから差し込み、締付けホイル先に管端を出して締付ける。
②　後部スクロールをガタつきのないように締める。
③　カッタを使用する場合は、スイッチを入れ、カッタハンドルを操作する。
④　切った後にリーマでバリ取りをする。
⑤　ねじの加工は、ダイヘッドを押してスイッチを入れる。
⑥　送りハンドルによりねじ切りが始まれば、自動で切り上がるまで待つ。

エ　注意点

①　締付けホイルは３本の爪で確実につかんでいることを確認する。
②　スイッチを入れ、回転方向を確認する。
③　切断時は、パイプカッタの切り込み量に注意する。
④　ねじ加工時は、最初の切り初めに特に注意する。
⑤　ねじの切粉や切削油の飛散に注意する。

(2)　銅管のろう付け作業

ア　ろう付け作業

銅管接合の方法の一つが、ろう付けである。母材となる銅管を溶かすことなく、ろう（融点の低い合金）をとかして、一種の接着材として利用するものである。ろうを溶かす熱源として、以

前は、ガソリン使用のトーチランプが使用されていたが、カセットボンベガス使用のトーチランプが主流となった。トーチランプを図４－５に示す。

イ　操作方法

① 接合前の処理として被覆銅管の被覆をとる。

② 銅管の外周にフラックスを塗布する。

③ 銅管を継手の差し込み部分にしっかり挿入し、回転させフラックスを一様にのばす。

④ 接合部を加熱し、銅管と継手のすき間にろうを流し込む。

⑤ 銀ろうの融点は、銀の含有率によって違いはあるが、 700℃～ 800℃である。適温の見極めには、フラックスの溶け出し状態や、銅の炎色反応(薄黄緑色)が目安となる。

図４－５　トーチランプ

（画像提供　レッキス工業株式会社（右）
新富士バーナー株式会社（左））

ウ　注意点

① 火炎を使用するので、やけどに注意する。

② 接合後は高温状態であるので、直接の火炎ではないが、やけどに気をつける。

③ フラックスが目に入らないようにする。

(3) 塩ビ管のＴＳ接合作業

ア　塩ビ管の種類と接着剤の種類

塩ビ管には、ＶＰ(厚肉)とＶＵ(薄肉)のほかに、耐衝撃性(ＨＩＶＰ)と耐熱性(ＨＴ)などの種類があり、それぞれ色分けもされている。また、使用する接着剤にもそれぞれ用途別に専用の接着剤があり、色分けされている。

イ　操作方法

管継手、管に接着剤を塗布し、押込んで接合する。ＴＳ接合とも呼ばれ、管継手はテーパ(傾き)があり、管材とのすき間を埋める。接着剤に溶着性があるので、管母材と継手が溶けて一様な接続となる。

ウ　注意点

① 接着剤の主成分が有機溶剤であるので、換気が十分であることに注意する。

② 接着剤が飛散しないように、皮膚に直接付かないように注意する。

(4) 切削ねじと転造ねじ

従来ねじの加工は切削ねじであったが、ねじ接合部の強度や耐食性などの向上のため、転造ねじを作ることもできるようになった。転造ねじは管材料に塑性変形を与え、管用テーパねじとしたもので、ねじ精度が安定し、機械的強度の高いねじができる。図４－６に切削ねじと転造ねじの比較を示す。

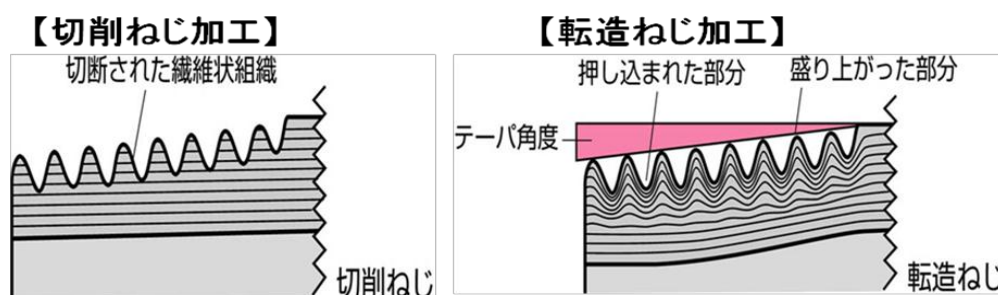



図４－６　切削ねじと転造ねじ

（画像提供　レッキス工業株式会社）

４　都市工学にかかわる危険性

都市工学（土木）における実習に材料実習、水理実習、土質実習、測量実習がある。

材料・水理実習は、室内のみの実習で、土質・測量実習は室内のみならず屋外の実習もともなう。

材料・水理・土質実習に関しては、やけどや使用する機械に挟まれたりする「物理的な危険性」と、薬物等使用による「化学的な危険性」の二つがあげられる。

⑴ 材料実習

「物理的な危険性」として二つあげる。材料実習では、よく万能試験機（図４－７）を使用する。これは、鉄筋の引っ張り試験やコンクリートの圧縮試験を行うものである。鉄筋の引っ張り試験を行う場合、チャックの部分に鉄筋を挟むとき、実験者が挟まれないよう鉄筋の下部を持ち、十分チャックからの距離をとることが必要である。コンクリートの圧縮試験を行う場合、コンクリートの養生期間が非常に長く強度が高いコンクリートの圧縮試験を行うと、破壊が激しく、破片が飛び散る可能性がある。そのため、実験者は万能試験機のステージより十分距離をとり、場合によっては、ヘルメット、ゴーグル等の着用を必要とする。

「化学的な危険性」についても二つあげておく。セメントの比重試験において、軽油を使用するため、十分な換気と、直接軽油に触れないようにすることが大切である。そして、コンクリートの強度試験でコンクリートの打設等の際、コンクリートに直接触れないよう気をつける。コンクリートはアルカリ性物質なので肌荒れの要因となる。

図４－７　万能試験機

⑵ 水理実習

「物理的な危険性」について二つあげる。第１に、ほとんどの水理実習は水を高置水槽に上げた後、自然流下で水を流し実習を行うため、測定はグランド面より高い場所で行う。そのとき、転落に注意して作業を行う必要がある。第２に、造波実験において造波機（図４－８）は、モーターで動きパネルが前後することにより波をつくる。そのため、挟まれる危険性をともなう。

「化学的な危険性」としては、マノメータ実験があげられる。この実習は、マノメータに水銀を充てんするため、換気には十分気をつけ、直接に触れないようスポイトなどを使用する。万一、こぼれた場合は即座にスポイトで吸い取り、もとの容器に返すか、水を張った容器に入れて産業廃棄物として廃棄する。

図４－８　造波機

⑶ 土質実習

「物理的な危険性」について三つあげる。屋外の実習では、場所の選択に注意することと土の試料サンプリング時、動力としてモーターを使用するので、巻き込みに注意することの二つである。室内実習では、含水比測定に使用する恒温乾燥炉(図４－９)からシャーレやるつぼを取り出すとき、やけどに注意する必要がある。これに対する防止策としては、軍手とるつぼはさみを必ず使い、直接触らないようにすることである。

土質実習は、土の力学的性質を調べるものなので、「化学的な危険性」は少ない。

図４－９　恒温乾燥炉

⑷ 測量実習

測量実習は、外業(屋外実習)と内業(室内実習)があるが、内業に関しては、事務作業なので危険はない。また、外業に関しても使用器具に危険なものはない。しかし、校外で行うことがあるので、交通事情に注意が必要である。

第５章　　　デザイン・印刷・繊維機械分野

１　工業デザインにかかわる危険性

プロダクトデザインモデル、インテリアモデル・環境デザインモデル及びエレメントの制作では、各種の機器を使用する作業があり、いずれも危険性を伴う。また、制作物の塗装に使用する着彩用塗料の中に危険な化学成分を含むものもある。

(1) 工作作業にかかわる危険性と安全対策

ア　工作機器

デザインモデル制作における素材が、主に各種樹脂や木材であることから木材加工用機器（図５－１）を使用することが多い。これらの機械には通常、鋭利な刃物が取り付けられ、高速で作動するものが多く、しかも刃物に手を近付けて行う作業も多いことから危険性が高いため、安全な授業計画を綿密に立てる必要がある。

図５－１　木材加工用機器

樹脂や木材以外にも多種の素材を加工することから、金属加工用機械などの危険性や安全対策について知っておく必要がある。

機械を初めて扱う教員は、その扱う機械ごとの服装、機械、安全装置の点検、危険箇所、安全範囲、作業姿勢、視線、危険行為、作業手順、故障の対処方法、事故の対処方法などについて、経験豊富な教員の指導のもとで実際に工具を使用して体得しておくようにする。

イ　作業環境

(ｱ) 整理整頓・清掃・照明・実習服

整理整頓・清掃・照明の確保、実習服の正しい着用などは、安全作業の基本である。

(ｲ) 換気

のこ盤・サンダー類（図５－２）を使用する機械作業では、多くの粉塵が飛散する。屋内作業をする場合は、大型の換気装置が必要である。サンドペーパーによる手研磨作業においても、機械作業ほどではないが、粉塵が飛散するので換気が必要である。

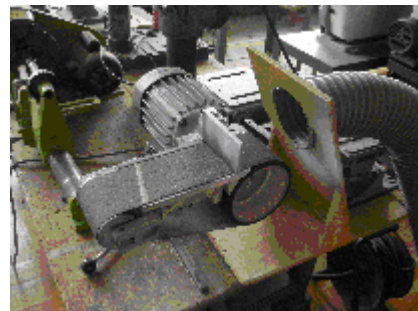



図５－２　のこ盤・サンダー類

エアーブラシ、吹き付け塗装の際は、十分な換気が必要である。特に、有機溶剤を含む塗料の場合は、専用の大型換気装置を用い、風上で作業を行う。

(ｳ) その他

正しい作業方法、良好な作業環境であっても、作業者が集中力を欠いていては思わぬ事故が起こる。始業前には、必ず注意伝達のミーティングを行い、生徒に心の準備をさせる必要がある。

特に、機械の操作中は、視線を変えただけでも姿勢が変化し、危険な状態になることがある。機械を操作中の者に呼び掛けることは、絶対にしてはならない行為であることを周知徹底しなければならない。

(2) 塗料の危険性と安全対策

塗料には水系と溶剤系塗料及び有機溶剤・シンナー類の大部分は、消防法による危険物第４類(引火性液体)に分類されている。

ア　有機溶剤・シンナー類塗料の危険性

①　一般に引火性である。蒸発量も多い。

②　有機溶剤は空気より重く、低い所に流れてくぼみなどにたまりやすい。

イ　貯蔵・取扱い

①　塗料の近くで火気を使用しない。

②　塗装場所には関係者以外の者を出入りさせない。

③　塗料の保管はロッカー(図５－３)等の冷暗所で施錠し管理する。

④　塗装ブース(図５－４)等の換気装置を用いてしっかり換気を行う。

⑤　塗料などの可燃性の蒸気が漏れたり、滞留したりするおそれのある場所では、火花を発する機械器具・工具・履物などを使用しない。

図５－３　塗料保管ロッカー

図５－４　塗装ブース

２　印刷作業にかかわる危険性

(1) 平版オフセット印刷機

ア　作業と危険性

平版オフセット印刷の原理は、水と油の反発作用を利用して、図５－５のように、インキをアルミのＰＳ版(Pre-Sensitized)からブランケットを介して被印刷体(印刷用紙など)に印刷する。「オフセット」という名称の由来は、PS 版に着いたインキをいったん剥して(OFF して)ブランケットに移し､ブランケットから原紙にインキを移す(SET する)ことによって印刷する方式(OFF-SET)にある。

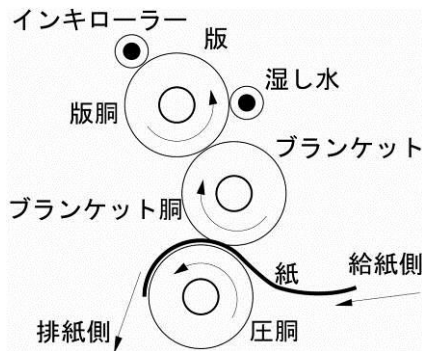



図５－５　オフセット印刷の原理

図５－７の単色印刷機は、枚葉式平版オフセット印刷機である。内部は図５－６に示すように、PS 版を巻き付ける版胴とその周辺に各種のインキローラーおよび湿し水を供給するモルトン等のローラーが、サテライト方式に配置され、それらが高速に回転して印刷する。

印刷用紙の流れは、給紙側から用紙が供給され、版胴のインキの着いた画線部がブランケット胴に転写され、圧胴の間を通り排紙される。

このような仕組みから、各種ローラーに指等が巻き込まれる危険性がある。

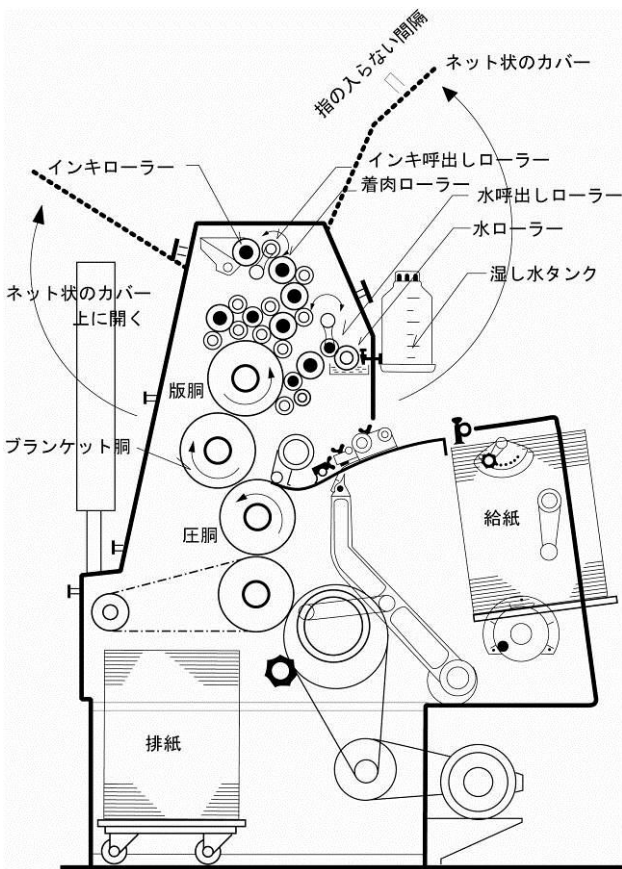



図５－６　単色印刷機断面図

図５－７　安全用の網状カバー

図５－８　背面カバーの内部

図５－９　カバーのない上部

イ　安全対策

印刷機が順調に動いている場合は、各種ローラーが高速回転しているが、安全カバーで保護されているので危険性は少ない。しかし、作業が進むにつれて、しだいにPS版にインキ等の汚れが生じて、印刷機を止めて図５－８のようにカバーを開けて版胴を寸動しながら布ウエス等で清掃するときに、巻き込まれる危険がある。また、図５－９のように、上部のインキローラー周辺はカバーがないため、インキ供給時に着肉ローラーとの間に指を挟む危険がある。

これらのことに注意して、安全に作業をするには、

①　機械始動時や寸動する場合は周辺を確認のうえ、声だしを行う。

②　清掃時は版胴等のローラーに巻き込まれないように布ウエスは丸めて作業する。

③　作業帽を着用して長髪は帽子のなかに入れるとともに、袖のボタンを締める。

一方、各種ローラーの洗浄時に、洗浄液の臭気に対して換気することや火気厳禁であることは言うまでもない。

(2) 油圧締高速度断裁機

ア　作業と危険性

印刷物は、図５－10のように、仕上がりサイズより大きな用紙に、インキ濃度を確認するためのカラーパッチやスラーおよびダブリを効果的に測定するスターターゲット等を挿入して印刷を行う。その後、バックゲージで用紙を後ろから押して断裁寸法を制御して、所定寸法に断裁する。断裁機は、図５－11のように、油圧により用紙を紙締めして、刃渡り 700㎜、刃高 100㎜の刃で断裁する危険な装置である。

刃先の動き方は、刃が降りる前に紙締め装置(クランプ)が先に降下して紙を固定し、刃は紙をスムーズに切り始められるように、斜めに取り付けられており、切れを良くするために刃筋の方向に降下する。

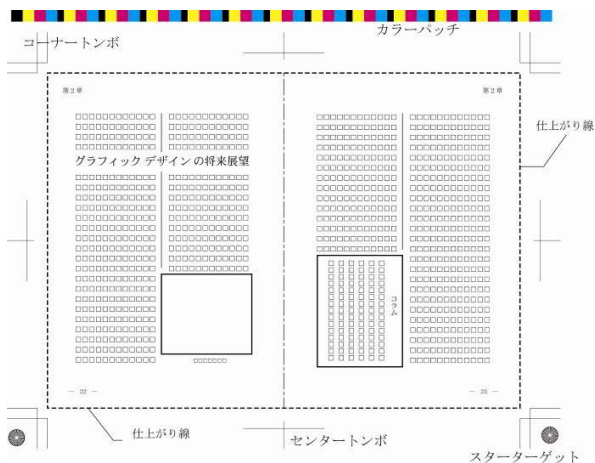



図５－10　印刷物の余白と断裁の必要性　　　　　　図５－11　油圧締高速度断裁機外観

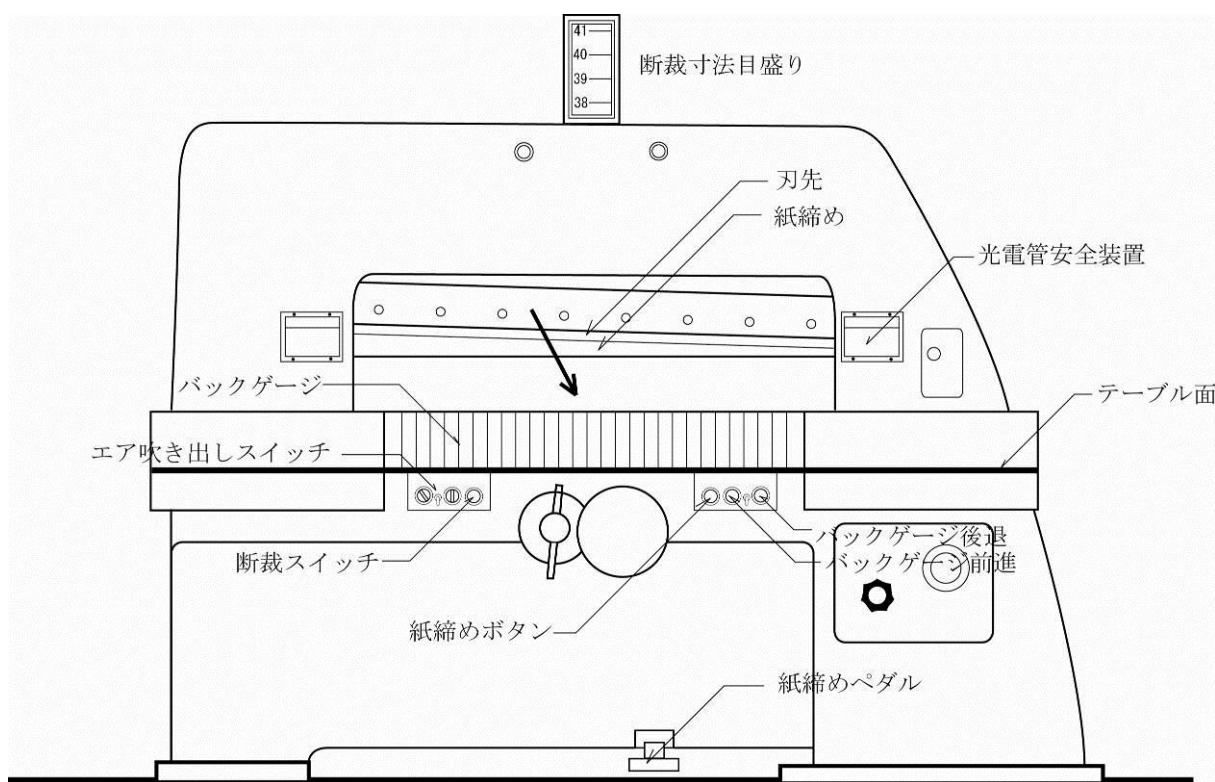



図５−12　油圧締高速度断裁機姿図

イ　安全対策

所定寸法に断裁するには、両手を刃先の下に入れて準備することになる。事故を起こさないためには、右手で紙締めボタンを押した状態で、左手で断裁スイッチを押すことである。そのように操作すると、断裁時に手が刃先の下にあることはない。図５－11、12に示すように、紙締めボタンと紙締めペダルは、同じ操作ができる。足で紙締めを行い、左手で断裁スイッチを押すと事故の可能性が高いので、必ず両手で操作を行う。

以下、操作上の注意点を列挙する。

①　機器の操作は一人で行うこと。

②　紙揃え操作等、他の人が機械の周囲で作業しているときには、絶対に操作しないこ

と。

③　紙締め操作は右の緑ボタンで行い、紙締めペダルは使用しないこと。

④　回転部分があるので機械右側は立ち入りらないこと。

また、機械の保守のために以下の点を守る。

①　ビニールシート、布、皮革等の紙以外のものは絶対に切らないこと。

②　ホッチキス、無線綴じ糊等を切らないこと。

③　定期的に注油すること。

④　切り残しが出たときは、歯の高さを調整すること。

⑤　切りくずは、ゴミ箱に捨てること。

⑥　機械の周囲を整理整頓すること。

3　繊維（テキスタイル）機械

繊維関係の実習で使用する機械の種類には多くのものがあるが､代表的なものには､織り機、編み機、ミシンがある。これらを用いて実習を行う場合には、次のような事項に留意する。

(1) 織り機

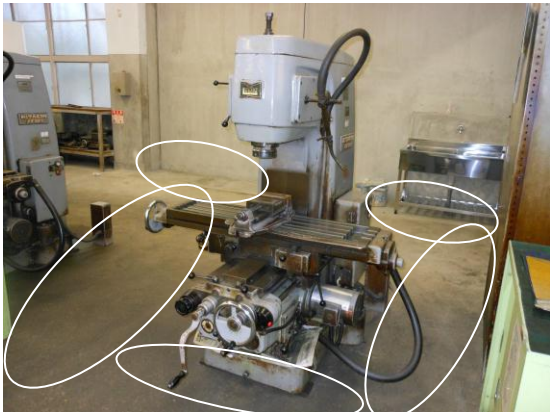
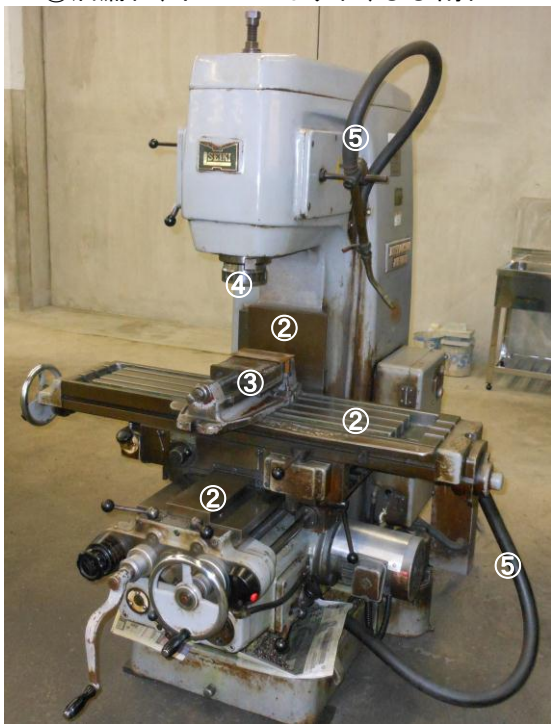
織り機は、使用する材料によって毛織り機、タオル織り機、布織り機などがあり、また、織り柄をつけることができる柄織り機もある。これらの機械は、危険な駆動部がカバーなどで覆われているが、基本的な原理や機構の学習ために駆動部が露出した機械が使われている場合もあり、取扱いに当たっては、次のような事項に十分に注意する。

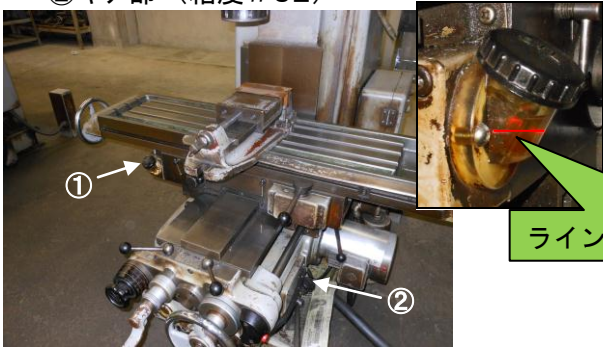
①　起動時には周囲の状況を充分に観察し、特に駆動部付近に他の作業者や巻き込み易い物がないか注意する。

②　各軸の回転数は 150～300rpm程度の低速であるが、稼働中に指や作業服の一部が巻き込まれないように、動力伝達機構の各部に保護カバーを付ける。

③　縦糸の供給に使うビーム(糸巻ドラム)の取り付け・取り外しの作業を行う場合には安全に十分配慮する。

(2) 編み機

全自動編み機ではキャリッジが自動的に左右に移動するため、キャリッジのスライド部分に手を置かないようにする。

(3) ミシン

繊維関係の実習では、企業などで使用する業務用ミシンが用いられているが、縫製速度が速く、強力なため、指などを巻き込まれないようにする。

参考事例

作　業　手　順　書

文書番号:NTS－MMF－001

タイトル（版）	フライス盤点検要領（第1版）
適用実習室	機械実習工場
適用機種	汎用フライス No.11～15

承認	照査	作成
／　／	／　／	／　／
発行日	2012／ 9 ／1	
有効期限	― ／ ― ／ ―	

項目	**手順**	**作業のポイント**
【日常点検】 点検頻度:始業前 1. フライス盤周りの点検	フライス盤周りの確認を行う。 ①作業前の清掃状況は良いか ②部品など落下物はないか ③その他、床面に異常はないか 	①清掃状況が悪い場合は、作業前に清掃を行うこと。 ②落下物がある場合は、フライス盤からの落下の有無を確認し、フライス盤に異常がないことを確認する。
2. 電源 OFF 状態での点検	電源 OFF の状態で以下の項目の点検を行う （1）外観上の確認を行う ①外観異常の有無 ②摺動面、テーブル上の傷、清掃状況 ③バイスの口金の傷、底面の傷、清掃状況 ④主軸、主軸スリーブ内の異常 ⑤油漏れ、ホースのはずれ、ひび割れ	①外観上の異常がある場合は、電源は入れない。 ②清掃状況が悪い場合は使用前に清掃を行うこと ③スリーブ内に切粉などが付着している場合は、きれいなウエスでていねいにふき取る

文書番号：NTS－MMF－001

項目	手順	作業のポイント
	（2）オイル残量の確認を行う。（2か所） ①テーブル　（粘度：＃68） ②ギア部　（粘度＃32） ① ② ラインより上まで残量があること	①線より上まで油が入っていること ②オイルの汚れ具合、粘度など経年劣化の確認も行う。 ③オイル残量が不足している場合は新品のオイルを給油する。 ④給油するオイルの粘度を確認する 注：オイルの番号は、数値が大きいほど粘度が小さい。
	（3）手動（電源　OFF）でフライス盤摺動部の動作確認を行う。 ・X 軸 ・Y 軸 ・Z 軸 ・バイス	①電源 OFF の確認を確実に行う。
3．暖気運転時の点検	（1）暖気運転の要領 ①最低速にギアを入れる。 ②暖気運転を約 1 分間実施する。 （2）暖気運転中に以下の項目を確認する ①主軸の動きに異常がない。 ②主軸から異常な音が出ていない。 ③その他、異常がない。	①ギアを入れるときは、電源　OFF を確認すること。 ②暖気運転中は、刃物を外した状態で行う。
【月次点検】	（1）オイル残量の点検（2か所） ・左側面上部（網の中） （粘度：＃32） ・左側面下部 （粘度：＃68） （2）主軸上部ボルトの緩み	

フライス盤日常点検票　　　　　　　　フライス　　　　号機

点検項目＼点検日		月／日	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／	／
1. 機械周辺の点検	①清掃状況は良いか																	
	②落下物はないか																	
	③床面の異常はないか																	
2. 電源OFFでの点検	(1)外観の異常はないか																	
	(2)オイル残量は規定量あるか	①テーブル部																
		②ギア部																
	(3)摺動部の動作確認	①X軸																
		②Y軸																
		③Z軸																
		④バイス																
3. 暖気運転時の点検	主軸	①異音																
		②動き																
	③その他異常はないか																	
点検者																		
承認																		

異常処置

発生日	異常の内容	発見者	処置内容	完了日	担当者	備考

事故事例集

事例	作業	事故	処置	防止策等	備考
1	試薬棚の水酸化ナトリウム溶液の試薬びんを取るときに、ゴム栓を持って取った。	試薬びんが落下して、溶液が飛び散り、目に入った。	水道水を緩やかに出し、素早く洗眼し、病院へ。	試薬びんは栓を持たずに、必ずびんをしっかり持つ。	保護メガネの着用
2	ドラフト内で水蒸気蒸溜中、近くにあった廃液を捨てた。	廃液はアルコール溶液であったため、ガスバーナーの炎が引火。	量が少なく、ドラフト内であったため、放置し、ガスの元栓を切った。間もなく鎮火。	廃液は、放置せず、指定された廃液溜に直ちに捨てる。	
3	アニリンを直火で蒸溜中、温度計が落下。	温度計がフラスコの底を破損し発火。	炭酸ガス消化器で消火。	コルク栓に温度計を通すときは、穴は小さめに開ける。	
4	粒状水酸化ナトリウムを取り扱っているとき、皮膚に付着した。	少量だったので、気付かずに赤くただれた。	水道水を緩やかに出し、洗い流した後、病院へ。	試薬を取り扱うときは慎重に行い、もし皮膚などに付着した場合は、速やかに十分な量の水道水で洗い流す。	作業着に付いた場合も同様。服に穴が空いたり、浸透して皮膚に付着するおそれ有り。
5	金属ナトリウムを小さく切って、水との反応を観察。	金属ナトリウムの切れ端(微小片)が流しに落ちて反応。	反応が終わるまで放置。	金属ナトリウムを切るときは、大きめのろ紙上でおこなう。	予想しない事が起こるとあわてる。
6	メスシリンダーを用いて、溶媒を量り取る作業を行っていた。	メスシリンダーが転倒しそうになったので、あわててメスシリンダーをつかもうとしたが、転倒破損したときにメスシリンダーをつかんでしまった。人差し指の腱を切断。	指が動かなくなったので、止血を行い、直ちに病院へ行った(腱が切断されていた)。	実験台の上は、常に整理整頓しておく。転倒しやすいガラス器具はもちろんのこと、器具類は実験台の端に置かない。	
7	温度計をゴム栓(コルク栓)に通す作業を行っていた。	温度計が折れて指を切った。	流水で血液を洗い流し、切り傷にガラス片が入っていないか確認してから止血。	棒状のガラス管を栓に通すときは、少量の水でガラスと栓をぬらし、ガラスの根元をもって少しずつ差し込んでいく。	生徒実験でよく起こる事故。破損したガラス片の処分にも注意。
8	水素化リチウムアルミニウムに有機溶媒を入れるところ、誤って希硫酸を入れてしまった。	爆発を起こし、フラスコが破裂。	マントルヒーターを使用していたので、ガラスは上部に吹き飛びケガはなかった。	試薬を混合するときは、十分確認を行って慎重に行う。	
9	有機溶媒を硫酸ナトリウムで乾燥。使用後の硫酸ナトリウムを湯沸かし器の近くのくず入れに捨てた。	硫酸ナトリウムに残っている有機溶媒に、湯沸かし器の火が引火。	湯沸かし器を消した。流しの近くだったので、くずかごごと流しに置き、大量の水で消火。	有機溶媒を取り扱うときは、火気を近づけない。	
10	濃硝酸で銅を溶解。	銅粉を用いたため、反応が急激に起こり、溶液が試験管の口からあふれ出た。	試験管立てに試験管を立てていたので、反応が終わるまで放置。	反応物質の表面積を大きくとると、反応速度が上がるので、使用する形状を考慮する。	

事故事例集

事例	作業	事故	処置	防止策等	備考
11	洗びんで器具の洗浄を行っていた。	洗びんにはアルコールが入っており、飛び散った洗液に近くのガスバーナーの炎が引火。	液量が少量だったので、近くに燃え移るものがないか確認して、燃え終わるまで放置。	洗びんの取り扱いを事前によく指導する。洗びん内の液は純水であるとは限らない。	洗びんといえども取り扱いには十分注意を要する。
12	混酸に脱脂綿を浸し、硝化綿を作製。	反応させる量が多かったので、過熱状態となりビーカー内で発火。また、反応混合物が実験台の広範囲に飛び散った。また、部屋中にNO2ガスが充満。	ビーカーは時計皿でふたをして消火。また、窓を開けて換気を行った。	事前に、実際の操作事例を多く調査。スケールアップするときは特に注意する。	
13	ホールピペットに安全ピペッターを取り付ける作業を行っていた。	ホールピペットの上部が破損。	安全ピペッターから破損したガラスを取り除いた。ケガはなかった。	ホールピペットは少しずつ安全ピペッターに差し込んでいく。抜くときは安全ピペッターを左右に振りながら抜かない。	破損したガラス器具を処分する際も注意を怠らない。
14	安全ピペッターを装着したホールピペットを用いて溶液をとった。	誤って安全ピペッター内に溶液が入った。	安全ピペッターを取り外し、入った溶液を空気取り入れ口より排出した。さらに、少量の純水を安全ピペッター内に入れ空気取り入れ口より排出する操作を数回繰り返した。	ホールピペットの先は、採取溶液にしっかりつける。	溶液が入ったまま放置すると、滴定で不純物が混入するおそれがある。また、安全ピペッターのゴムが劣化する。
15	ホールピペットで溶液をとった。	誤って口に溶液が入った。	直ちに、水道水で口をよくすすいだ。	ホールピペットの先は、採取溶液にしっかりつける。	危険性が高い溶液をとる場合は、安全ピペッターを用いる。
16	デシケーターのふたを開け、ふたを机の上に置いた。	安定が悪く、転がって床に落下し、ふたが割れた。	まずケガがなかったか確認。大きなガラス片を拾い集めたのち、ほうきでガラス小片を掃き集めた。	ふたを開けて、机の上等に置くときは、なるべく中央部に置き、転がらないことを確認する。	デシケーターのガラスは厚いので、破損したとき大けがをすることがある。事前に取り扱いについて十分な指導が必要。
17	デシケーターを持ち運んでいた。	ふたがずり落ちて、床で破損。	まずケガがなかったか確認。大きなガラス片を拾い集めたのち、ほうきでガラス小片を掃き集めた。	デシケーターのふたの部分にワセリンを塗りすぎない。また、ワセリン不足、気温(温度)上昇により接着力が弱くなるので、移動させるときは、本体とふたをしっかりつかんで持ち運ぶ。	
18	2Lの四ツ口を用いて、透明セッケンを製造するため、水酸化ナトリウム溶液を滴下していた。	温度が急上昇して、反応混合液が吹きこぼれた。	直ちに、撹拌モーター、マントルヒーターの電源を切り、装置を分解してこぼれた反応混合溶液を拭き取った。	どのような化学反応が起こるのか事前によく調べておく。試薬は撹拌しながら様子を見ながら慎重にゆっくり混合する。	事前に実験の内容を十分把握する。スケールの大小で反応の進み具合が異なることにも留意する必要がある。
19	2Lの四ツ口を用いて、透明セッケンを製造するため、ショ糖溶液を滴下後、スライダックの電圧を上げて溶液温度を80℃まで上昇させようとしていた。	温度上昇が緩やかだったので、温度監視を行わずに、場所を離れていた。温度が上昇しすぎ、突沸が起こって反応混合液が吹きとんだ。	直ちに、撹拌モーター、マントルヒーターの電源を切り、装置を分解してこぼれた反応混合溶液を拭き取った。	実験からは、目を離さない。スライダックの電圧とマントルヒーター及び反応器の温度には十分注意を払う。温度が上がりすぎた場合は、マントルヒーターを反応器から離す。	
20	ガラス管やガラス棒をガスバーナーで加熱し、ガラス細工を行っていた。	放冷中、加熱部分のガラスが赤くなくなったので、手でさわり火傷をした。	直ちに、水道水を緩やかに出し、火傷した箇所を冷やした。	ガラス細工では、加熱中はもちろんのこと、放冷中も火傷には注意をする。ガラスは熱伝導が悪い。	生徒実験で最もよく起こる事故のひとつ。軽い火傷は直ちに良く冷やすことが大切。

事故事例集

事例	作業	事故	処置	防止策等	備考
21	ヤスリを使って、ガラスを切断していた。	ヤスリでつけたキズの部分で切断できず、指を切った。	傷口を緩やかに出した水道水で十分洗い流した。ガラスが傷口に入っていないことを確認した後、救急絆創膏を貼った。	ヤスリでガラスにキズをつけるときは、鋭くつける。キズを外側に向け、回し折るような感じで切断する。	
22	酸塩基の薬品を取り扱っていた。	気付かないうちに、薬品が手に付いていて、その手で汗を拭い、顔がひりひりした。	まず手を次に顔を水道水で十分に洗った。	手洗いは励行する。実験後は特に念入りに行う。	
23	水の蒸溜実験を行っていた。	沸騰石を入れたにもかかわらず突沸し、試料が冷却管まで勢いよく流れ込んだ。幸い装置外に試料が飛び散らずケガには至らなかった。	ガスバーナーの元栓を切った後、ガスバーナーをフラスコの下より引き出し、ガス調節ネジと空気調節ネジを閉じた。	沸騰石は再使用しない。また、蒸溜を行うときは、徐々に温度を上げる。	
24	試験管内の試料を直火で加熱していた。	突沸が起こり、液が向かい側にいた生徒の作業着にかかった。	作業着を脱がせ、液が皮膚に付着していないかを確認した。	試験管の口は人のいる方へ向けない。また、衣服に薬品が付着したときは、直ちに服を脱がせ、良く洗う。	
25	暑い日に酢酸エチルの製造を行っていた。	実験中に、気分が悪くなった。	生徒を実習室から退出させ、風通しの良い涼しい場所に移動させた。	実験中の換気には、常に注意を払う。特に揮発性の高い物質や有毒ガスが発生する実験では注意する。	

系　　　年　　　組　　　番氏名（　　　　　　　　　　　）

実習KYT（危険予知）シート　作業前に考えられる危険とその対策を記入する

実習名	
実習日	年　　月　　日　　限目～　　限目
作業内容	

考えられるKY（危険予知）	対策

みんなで取り組むKY対策	

実習ヒヤリ・ハットシート　作業後に危ないと感じたことを記入する

実習の感想

作成協力者

（敬称略）

大阪市立大学名誉教授	東　恒雄
一般財団法人大阪府みどり公社	永井　啓一
パナソニック株式会社エコソリューションズ社	小多田　正美
株式会社きんでん	厚海　秀章
府立能勢高等学校	青木　万次
府立枚岡樟風高等学校	倉橋　崇之
府立貝塚高等学校	山田　哲
府立東住吉総合高等学校	浅岡　昌利
府立園芸高等学校	西村　秀洋
府立園芸高等学校	阿比留　喜美夫
府立園芸高等学校	永井　成時
府立園芸高等学校	中村　和幸
府立園芸高等学校	橋詰　五百騎
府立園芸高等学校	渡辺　弘康
府立園芸高等学校	滝北　恵子
府立農芸高等学校	紙谷　靖彦
府立農芸高等学校	喜多村　晴幸
府立農芸高等学校	植村　修二
府立農芸高等学校	德永　憲三
府立西野田工科高等学校	木村　義一
府立西野田工科高等学校	井上　裕二
府立西野田工科高等学校	松原　幸治
府立西野田工科高等学校	除本　泰喜
府立淀川工科高等学校	奥田　明彦
府立淀川工科高等学校	親　道昭
府立淀川工科高等学校	髙橋　涼介
府立今宮工科高等学校	田中　秀明
府立今宮工科高等学校	篠原　均
府立茨木工科高等学校	西尾　典之
府立城東工科高等学校	近藤　健太
府立布施工科高等学校	小倉　一浩
府立布施工科高等学校	農端　俊二
府立布施工科高等学校	谷口　行弘
府立藤井寺工科高等学校	佐藤　眞奈美
府立堺工科高等学校	中田　信行
府立堺工科高等学校	渕脇　文雄
府立佐野工科高等学校	中嶋　幸蔵